L'ARTE

DI

FABBRICARE

OSSIA

CORSO COMPLETO DI ISTITUZIONI TEORICO-PRATICHE

[illegible] Ingegneri, per gli Architetti, pei Periti [illegible], pei Periti Misuratori, [illegible] gli Intraprenditori, pei Capomastri e per [illegible] applicati all'esecuzione [illegible] idrauliche

ADORNO DI TAVOLE ILLUSTRATIVE

PER

CURIONI GIOVANNI

Ingegnere Architetto e Dottore
aggregato al Collegio delle Facoltà di Scienze fisiche e matematiche della R. Università di Torino,
addetto al [illegible] (assegnante della Scuola di applicazione per gli Ingegneri
dell'Istituto [illegible] di Torino

MATERIALI DA COSTRUZIONE

E

ANALISI DEI LORO PREZZI

TESTO

TORINO
Presso AUGUSTO FEDERICO NEGRO, Editore
Via Provvidenza, 3

1864

Prezzo del volume colle Tavole

Per gli Associati al Corso completo	L. 2 50
Per i non Associati	» 9 50

GENERAZIONE
DELLA TERRA

METODICAMENTE ESPOSTA

CON NUOVI PRINCIPII DI GEOLOGIA

e corredata di 50 Tavole

PER

CRESCENZO MONTAGNA

Maggiore nell'Artiglieria italiana

(Estratto del Programma)

L'opera, che imprendiamo a pubblicare, per la natura dei fatti ch'espone appaga perfettamente la curiosità che il suo titolo fa naturalmente nascere. I misteri della generazione terrestre vi sono esposti con evidenza, e nel tempo stesso messi a portata per quanto è possibile anche di lettori non molto colti, senza che per questo gli intendenti della scienza abbiano a lagnarsene. L'esposizione di nuovi principî e di nuove vedute non toglie che mercè di essa si abbia conoscenza di quanto sinora è ricevuto dai dotti, e mentre si procede per via di discussione, si espongono le dottrine in guisa da formare un corso d'istituzione.

In cinquanta tavole ben condotte si esporranno le immagini dei principali esseri fossili sì animali che vegetali, non che l'esplicazione di fatti geologici: alcune di esse ritrarranno enti indigeni ancora inediti.

Il più notevole è certo, che con quest'opera una scienza poco comune tra noi si apprenderà con poca o niuna fatica e con moltissimo diletto.

Condizioni d'Associazione

L'opera si comporrà di 30 a 35 fogli di stampa di 10 pagine in-8° grande e di 50 tavole

La distribuzione si farà per fascicoli di 4 fogli di stampa e di 4 tavole. Ogni 30 o 40 giorni uscirà un fascicolo.

Il prezzo è fissato a 25 centesimi per ciascun foglio di stampa e per ciascuna tavola, da ritirarsi e pagarsi al domicilio dell'editore o chi per esso.

Se sarà ecceduta la quantità di fogli annunziata, li associati avranno *gratis* il dippiù.

La regolare pubblicazione comincierà appena saranno raccolte 250 firme.

Sono pubblicati il 1° e 2° fascicolo.

L'ARTE

DI

FABBRICARE

OSSIA

CORSO COMPLETO DI ISTITUZIONI TEORICO-PRATICHE

PER GLI INGEGNERI, PER GLI ARCHITETTI, PEI PERITI IN COSTRUZIONE
E PEI PERITI MISURATORI

Digitized by Google

Digitized by Google

8. 7. 16

MATERIALI

DA

COSTRUZIONE

E

ANALISI DEI LORO PREZZI

LAVORO AD USO

degli Ingegneri, degli Architetti, dei Misuratori, degli Intraprenditori
e di quanti si trovano applicati alla sorveglianza ed all'esecuzione di costruzioni
civili, stradali ed idrauliche

UTILE

**agli studenti delle scuole d'applicazione per gli Ingegneri
e dei corsi tecnici pei Periti in costruzione**

PER

CURIONI GIOVANNI

Ingegnere, Architetto e Dottore
aggregato al Collegio delle Facoltà di scienze fisiche e matematiche della R. Università di Torino,
addetto al personale insegnante della Scuola d'applicazione per gli Ingegneri,
e dell'Istituto tecnico di Torino

TORINO
Presso AUGUSTO FEDERICO NEGRO, Editore
Via Provvidenza, 3

1864

Digitized by Google

Proprietà letteraria e artistica.
Fatto il deposito alla R. Prefettura di Torino, il 15 novembre 1864,
con riserva della traduzione.

Torino 1864 — Stamperia di Compositori-Tipografi,
via del Teatro d'Angennes, 16.

Digitized by Google

I materiali da costruzione grandemente contribuiscono, secondo che sono di buona o di cattiva qualità, alla lunga durata od al rapido deperimento degli edifizi in cui vengono impiegati, e lo studio delle loro proprietà è senza dubbio di un'importanza somma per chi vuol apprendere le numerose dottrine sull'arte di fabbricare. Gli ingegneri, gli architetti, i periti in costruzione, gli intraprenditori e persino gli stessi operai devono ben conoscere i pregi ed i difetti di tutti quei materiali che destinano a realizzare i loro progetti e che impiegano nell'esecuzione dei loro lavori, le alterazioni a cui possono andare soggetti ed il modo di comportarsi sotto le azioni delle molteplici cause di distruzione a cui possono trovarsi esposti dopo il loro impiego.

Nel trattare l'importante argomento dei materiali da costruzione cercai, per quanto mi fu possibile, di soddisfare ai bisogni dei costruttori: per quei materiali che si trovano immediatamente alla superficie o che si scavano dal seno della terra, come le pietre, sono indicati i processi di estrazione; per quegli altri, come laterizi, calci, cementi, ecc., che nei grandi lavori e quando si presentano occasioni favorevoli, vengono fabbricati dagli stessi intraprenditori e che si possono risguardare come prodotti di un'industria la quale non va disgiunta dall'arte di fabbricare, si trovano esposti tutti i procedimenti ed i mezzi di

Digitized by Google

fabbricazione; finalmente per quelli, come metalli, vetri, colori, ecc., che vengono somministrati da industrie affatto straniere all'arte del costruttore, sono soltanto indicate le forme sotto cui si vendono in commercio per servire nelle costruzioni. Per tutti i materiali poi si danno i criteri necessari a riconoscere se sono di buona o di cattiva qualità, e s'indicano i lavori a cui si devono sottoporre per ridurli allo stato di essere impiegati.

I costruttori, i quali trovansi generalmente nell'occasione di dover fabbricare con solidità, celerità ed economia, hanno urgente bisogno di saper stabilire in modo facile i prezzi dei diversi materiali, onde vedere quali meglio si addicono alle diverse circostanze. In vista di questa necessità e nell'intento di fare un lavoro utile nella pratica, alla prima parte, che tratta delle qualità, dei difetti, della preparazione e degli impieghi dei materiali da costruzione, una seconda se ne aggiunse, la quale abbraccia le norme per instituire le analisi dei loro prezzi.

Molte sono le quistioni teoriche e pratiche che concorrono a rendere complicato e difficile l'importante argomento che mi sono proposto di trattare, e, ben conoscendo come in questo lavoro non siano per mancare le imperfezioni e le deficienze, fin d'ora esterno la più profonda riconoscenza a quei benevoli lettori che vorranno inviarmi le loro osservazioni, non che quelle recenti notizie che mi sono ignote o che hanno potuto sfuggire alle mie ricerche.

G. Curioni.

Digitized by Google

PARTE PRIMA

—

MATERIALI DA COSTRUZIONE

1. I materiali che maggiormente s'impiegano nelle nostre costruzioni e le cui proprietà devono essere ben conosciute dagli ingegneri e da quanti si trovano applicati alla direzione ed all'esecuzione di costruzioni civili, stradali ed idrauliche, per la grande influenza che esercitano sulla buona o cattiva riuscita delle medesime, sono: le pietre naturali, le terre e le sabbie, i laterizi, le calci, i cementi, le pozzolane, il gesso, le malte, il calcestruzzo, i mastici e bitumi, i legnami, parecchi metalli, alcune sostanze che tornano utili nella preservazione di molti degli indicati materiali, e parecchie altre che si adoperano per le opere di minor rilievo, come vetri, colori, ecc.

CAPITOLO I.

Pietre naturali.

2. Le *pietre naturali* sono tutte quelle sostanze minerali che, in istato di vera solidità, trovansi intorno alla terra o in grandi masse informi o in ampi strati di altezza più o meno grande, e che generalmente si possono ritenere incombustibili, non malleabili, di densità specifica maggiore di quella dell'acqua, eccezion fatta di alcune scorie vulcaniche, insensibilmente capaci di accorciarsi sotto l'azione di forze comprimenti e pochissimo soggette a dilatarsi, giacchè accurate esperienze sembrano dimostrare che, portando la temperatura da 0° a 100°, non si marcano aumenti di lunghezza maggiori di 0,001 anche nelle pietre più dilatabili.

Digitized by Google

ARTICOLO I.

Pietre da costruzione.

3. **Qualità da considerarsi nelle pietre da costruzione.** — Moltissime delle pietre naturali vengono impiegate nelle costruzioni, e le qualità che il costruttore deve in esse considerare sono: il *volume*, la *gravità specifica*, la *resistenza alla schiacciamento*, la *durevolezza*, la *durezza*, la *lavorabilità*, l'*affinità colle malte*, l'*attitudine al pulimento*, il *colore*, la *trasparenza*.

Il *volume* è una qualità da considerarsi nelle pietre da costruzione, in quantochè i grossi pezzi grandemente concorrono alla grandiosità ed alla magnificenza di quegli edifizi in cui vengono impiegati. Dalle piccole masse isolate che trovansi sparse nella terra e dalle cave di pietre stratiformi non si possono avere che materiali di limitato volume, il cui impiego può solo tornar vantaggioso nelle frequenti costruzioni dirette a soddisfare ai comuni bisogni ed alle ordinarie consuetudini. Dalle grandi masse di pietre esistenti in grembo della terra con volumi così sterminati da poter somministrare quanto l'arte umana è valevole a distaccare e ad esportare dalla sede nativa si possono avere gli ingenti blocchi da impiegarsi in quegli edifizi che, elevati pel culto sacro o pel bene dell'umanità o per ricordare grandi avvenimenti, devono rimanere ai posteri come testimoni della potenza e della grandezza della nazione che li fece eseguire.

La *gravità specifica*, che varia da una pietra all'altra fra limiti assai lontani, è un elemento indispensabile pel costruttore che vuol proporzionare le diverse parti dei suoi edifizi giusta le leggi della stabilità. Senza la conoscenza del peso specifico non si può avere il peso assoluto dei pezzi di pietra di volume noto; risulta impossibile il calcolo delle pressioni e delle spinte che hanno luogo nelle diverse parti delle costruzioni; nè si può arrivare a stabilire le giuste relazioni fra le potenze e le resistenze nelle macchine che servono al trasporto ed all'innalzamento dei massi di pietra.

La *resistenza allo schiacciamento* è requisito della massima importanza per le pietre da costruzione, ed il costruttore deve rendersene stretto conto per le pietre che impiega, se pure non vuol vedere compromessa la solidità dei suoi edifizi: deve valersi delle migliori esperienze che su tale oggetto vennero instituite da quanti

illustrarono l'arte del costruttore; e, trattandosi di pietre la cui resistenza allo schiacciamento non venne per anco cimentata, deve esso stesso saper instituire gli opportuni esperimenti. Si riconosce in generale: che la resistenza allo schiacciamento è maggiore nelle pietre più dense; che, anche per una stessa pietra, l'indicata resistenza non si conserva la medesima in ogni verso, e che essa risulta massima quando la forza comprimente è normale al piano di posa che aveva la pietra nella sua cava; e che in una stessa cava le pietre componenti il *cappellaccio* o strato esterno, le quali sono in generale meno dense, sono anche meno resistenti di quelle che si estraggono dal mezzo.

La *durevolezza* delle pietre da costruzione consiste nella facoltà di mantenersi inalterate alle ingiurie del fuoco, del gelo, dell'umido e della salsedine. Non tutte le pietre posseggono egualmente questa importante qualità, ed alcune sono atte a resistere piuttosto ad una che alle altre delle cause fisiche prenominate. Le pietre *refrattarie*, ossia capaci di resistere all'azione distruggitrice del fuoco, sono poche, e l'esperienza ha dimostrato che anche quelle più dure non vanno immuni da irreparabili danni che vi possono apportare le fiamme di un violento incendio.

La proprietà che hanno le pietre di resistere più o men bene al fregamento costituisce la loro *durezza*. Questa qualità è essenziale per quelle pietre che devonsi impiegare per resistere al fregamento, come avviene nelle selciate, nei pavimenti, nelle scale. Le pietre più dure sono quelle che richiedono maggior tempo per essere segate, e quindi si può avere un'idea precisa della durezza relativa di diverse pietre, paragonando i tempi necessari per effettuare in un medesimo modo la segatura per una stessa estensione superficiale delle pietre ad esperimentarsi.

La *lavorabilità* delle pietre si riferisce alla maggiore o minore difficoltà con cui si riducono ad avere forme regolari. Non tutte le pietre sono atte ad essere lavorate, opponendosi alcuni vizi che dipendono da fragilità, da crudezza, da difetto di omogeneità, da screpolature.

Si chiama *affinità colle malte* quella proprietà delle pietre sommamente importante nella composizione delle masse murali, e per cui le pietre fortemente si attaccano alle malte. Questa proprietà trovasi generalmente nelle pietre tenere, in quelle poco compatte e in quelle a superficie scabrosa; è in difetto nelle pietre dure, in quelle assai compatte ed in quelle che hanno superficie liscia.

L'*attitudine al pulimento* è una qualità che hanno alcune pietre,

Digitized by Google

per cui le loro faccie si possono ridurre levigatissime e lucenti, e, unita al bel colore e talvolta alla trasparenza, caratterizza le pietre più nobili e molto concorre alla decorazione degli edifizi.

4. **Classificazione delle pietre da costruzione.** — Diversi sono i sistemi che si possono prendere nella classificazione delle pietre: o dietro alcuni caratteri corrispondenti alle epoche, alle cause dell'originaria produzione ed alla deposizione delle masse lapidee nelle sedi naturali da esse occupate; ovvero dietro le caratteristiche proprietà apparenti o fisiche; oppure a seconda della forma naturale sotto cui sono aggregate le molecole integranti; od anche dipendentemente dalla chimica loro composizione. Le proprietà delle pietre dipendenti dalla chimica loro composizione sono indubitatamente le più importanti e quelle che più influiscono sulla buona o cattiva riuscita di una costruzione, per cui, fra gli indicati sistemi di classificare le pietre, sembra preferibile pel costruttore quello che fondasi sulla chimica loro composizione, e verranno classificate: in pietre calcari, in pietre silicee, in pietre argillose, in pietre gessose, in pietre vulcaniche; ed una pietra verrà inclusa nell'una o nell'altra delle indicate classi, secondo che i suoi caratteri dimostrano il predominio di una o di un'altra delle sostanze elementari da cui sono desunti i nomi generici sulle altre parti costituenti.

5. **Composizione delle pietre calcari e generali loro proprietà.** — Le *pietre calcari*, composte essenzialmente di calce e di acido carbonico, sono dei carbonati di calce, raramente puri e quasi sempre mescolati con altre sostanze, colla silice, coll'allumina, colla magnesia, con qualche ossido metallico, ecc. Le pietre calcari si trovano generalmente disposte a strati nel seno della terra, fanno effervescenza cogli acidi, non danno scintille sotto i colpi dell'acciarino, e, esposte per un certo tempo all'azione di un fuoco sufficientemente intenso, si convertono in calce.

Le pietre calcari s'incontrano in grande abbondanza sulla superficie della terra e sono di grandissima utilità nell'arte di fabbricare. Esse presentano diversi gradi di durezza: ve ne hanno di quelle, dette *dure*, che si lasciano tagliare colla sega senza denti coll'intermedio dell'acqua e della sabbia fina, che raramente vengono impiegate in ordinarie fabbriche e che si riservano soltanto per pubblici monumenti; ve ne hanno delle altre, dette *tenere*, che facilmente si tagliano colla sega a denti; e ve ne sono di quelle troppo tenere, che in nessun modo possono essere utilizzate come materiali da costruzione. Il peso specifico delle pietre calcari varia fra limiti assai lontani, e sembra potersi fissare fra 1,40 e 2,85.

Fra tutte le pietre, le calcari sono quelle che, a parità di durezza, presentano maggior resistenza alla rottura ed allo schiacciamento: la loro omogeneità le rende facili al taglio, suscettive di prendere le forme più delicate e riducibili collo scarpello ad avere spigoli vivi e ben netti.

Fra le pietre calcari, alcune sono incapaci, altre capaci di pulimento, ed è inclusa fra queste ultime la numerosa serie dei marmi.

6. **Marmi.** — I *marmi* sono pietre calcari a grana fina e compatta, di una durezza tale da sopportare il taglio più perfetto e suscettive di prendere il più bel pulimento L'impiego dei marmi molto influì sulla grandiosità dell'architettura greca e romana, ed anche presso di noi grandemente contribuisce alla decorazione degli edifizi.

I marmi sono generalmente opachi; ma se ne trovano alcuni cristallini e trasparenti: questi sono gli *alabastri*, che d'altronde si distinguono dai marmi propriamente detti per una struttura zonea e fibrosa, come pure per una durezza assai considerevole, che rende la lavoratura molto difficile.

Si chiamano *marmi antichi* quelli la cui conoscenza rimonta all'antichità dell'Egitto, della Grecia e dell'Italia, e le cui cave sono oggidì perdute od esauste; si dicono *marmi moderni* quelli che vengono da cave conosciute ed in attività di esecuzione. *Marmi unicolorati* sono quelli che hanno un colore uniforme, senza vene e senza filamenti, e fra questi è rimarchevole il *marmo statuario*, che, per la finezza e compattezza della sua grana, è il meno suscettibile a sgranarsi ed il più conveniente per la scultura. *Marmi varicolorati* sono tutti gli altri che presentano molti colori con diverse gradazioni di tinte, e fra questi meritano una particolare menzione: le *breccie*, che sono aggregati di detriti di marmi più antichi collegati con un cemento calcare; i *broccatelli* e le *paesine*, così chiamati perchè hanno l'apparenza di broccati e di paesaggi; le *lumachelle*, costituite da conchiglie, che facilmente si distinguono e che sono agglutinate con un cemento calcare.

Roma, ove la possanza e la magnificenza degli antichi dominatori del mondo seppe esportare e raccogliere i marmi più preziosi dell'antichità, è il luogo in cui si può acquistare la più completa conoscenza dei marmi antichi, fra i quali basti il citare: il giallo antico, che ha un colore assai bello e quasi uniforme, e che fra i marmi dell'antichità è uno dei più rari e dei più stimati; il rosso antico, d'un colore assai vivo, suscettivo del più bel pulimento, e che, fra tutti i marmi di colore, è il più rimarchevole ed il più raro; il marmo di Paros, conosciuto nel mondo intero pei capo-lavori del-

Digitized by Google

l'antichità che con esso vennero eseguiti, di un color bianco-avorio, leggermente trasparente e molto ricercato per far statue: il marmo bianco, di cui si fece gran uso nella costruzione dei più superbi monumenti d'Atene; il marmo bianco arabico, più stimato ancora di quello di Paros: il cipollino, venato in bianco, in giallo ed in verde, che produce piuttosto un bell'effetto, difficile a lavorarsi ed a pulirsi, e che non molto bene resiste alle vicende atmosferiche; il nero antico o nero di Lucullo, che è il più bello dei marmi neri finora conosciuti; le breccie gialla, violetta e quella composta di detriti bianchi, grigi, rossi e bleu; diverse varietà di lumachelle d'un colore grigio più o meno carico; e finalmente l'alabastro antico, di color variabile dal bianco al giallo di miele ed al bruno chiaro, stato frequentemente impiegato presso i Romani in rivestimenti di colonne e per la formazione di statue e d'oggetti d'arte.

Sterminato è il numero dei marmi moderni che si conoscono; tutti i paesi della terra ne posseggono in copia più o meno grande, e l'Italia principalmente è ricca di abbondanti cave di marmi ricercati e tenuti in gran pregio. Fra i marmi moderni più in uso nelle costruzioni, citerò: i marmi bianchi di Carrara, delle Alpi e dei Pirenei; il marmo bianco venato, che si estrae al monte Corchia presso Carrara; il bleu turchino, con fondo color di lavagna chiaro, con vene assai larghe, bianche e trasparenti, del quale si hanno cave presso Carrara, poco lungi da Torino ed a Serpa in Portogallo; il bleu macchiato, d'un fondo bleu oscuro con numerose macchie di un bianco azzurrato, e che si trova pure poco lungi da Carrara; il marmo a fondo nero o grigio, attraversato da vene gialle, rosse o brune *(portor)*, rimarchevole per lo splendore delle sue faccie pulite e per il contrasto piacevole dei suoi colori, ma facilmente alterabile alle vicende atmosferiche, che si trova nell'isola Palmaria, e che in abbondanza vien dato dalle cave di Porto Venere nel golfo della Spezia; il giallo di Siena, con colore uniforme, e quello con colore venato; il giallo ed il verde di Verona; i verdi di Genova, di Torino, di Sicilia e di Carrara, il quale ultimo si conosce anche col nome di verde d'Egitto, che ha il fondo d'un verde molto oscuro, vene bianche numerose e trasparenti, qualche macchia d'un rosso vivo e delle parti colore di sangue; il grigio di Bologna; le breccie gialle, rosse, violette, grigie ed a colori variati; i broccatelli di Siena, sparsi di macchie violette e colore d'arancio; i broccatelli di Spagna; le lumacchelle delle Fiandre; i marmi neri di Piemonte, dei Pirenei e delle Fiandre, e moltissimi altri la cui enumerazione risulterebbe eccessivamente prolissa e che non si addice all'indole di questo lavoro.

7. **Pietre silicee e generali loro proprietà.** — Le *pietre silicee* s'impiegano ben di frequente come materiali da costruzione; esse non fanno effervescenza cogli acidi e danno scintille sotto i colpi dell'acciarino. Alcune di queste pietre sotto l'azione di un fuoco intenso si vetrificano, alcune altre sono capaci di resistere all'azione del fuoco più intenso, come i *grès puri*, le *pietre molari* e le *pietre focaie*.

Le roccie composte di frammenti di pietre di diversa natura, collegate da un cemento naturale, occupano il primo posto fra le pietre silicee, delle quali considereremo principalmente: il *granito*, il *porfido*, i *gneissi*, i *grès*, i *grauwache*, le *pudinghe*, le *pietre molari* e le *pietre focaie*, lasciando da parte alcune altre che non si possono lavorare, che non aderiscono bene colle malte, ed il cui impiego è totalmente proscritto nelle costruzioni.

8. **Granito, porfido e gneissi.** — Il *granito* appartiene alle roccie miste, composte principalmente di feldispato, di quarzo e di mica. Questa pietra si mostra con diversi aspetti, provenienti da ciò che gl'indicati tre minerali sono soventi colorati per la presenza d'una piccola quantità di ossido di ferro e di manganese. La proporzione degli indicati tre minerali varia da un granito all'altro, e generalmente cresce la durezza col crescere della proporzione di quarzo e della finezza della grana. Il peso specifico di questa pietra varia fra 2,60 e 2,90.

Il granito di buona qualità è una pietra assai resistente, nè vi ha altra pietra che lo possa superare nello sfidare le ingiurie dei tempi: per migliaia e migliaia d'anni i blocchi di granito sono atti a conservare le forme primitivamente assegnate, per cui riescono preziosi nei monumenti destinati a passare alla posterità, nelle costruzioni che trovansi esposte a continuati fregamenti, nelle parti dei nostri edifizi in cui si esercitano forti pressioni, nelle opere idrauliche, e segnatamente in quelle esposte alla marina, all'urto dei fiotti e dei ciottoli fluitati.

I graniti sono generalmente suscettivi di un bel pulimento, e, salvo l'inconveniente di qualche nodo, presentano un bellissimo aspetto, a motivo dei punti brillanti che in essi si trovano. Presso gli antichi era celebre il granito orientale, impiegato dagli Egiziani e dai Romani per obelischi, per colonne e per la costruzione di oggetti d'arte. In Europa si conoscono cave di granito nell'Italia, nella Francia, nell'Inghilterra, nella Danimarca, nella Svizzera, nella Russia, e presso i nostri costruttori sono rinomate le cave di Baveno presso il lago Maggiore, le altre di Alzo in vicinanza del lago d'Orta, e quelle della Balma presso Biella.

Digitized by Google

I *porfidi*, che si possono dire graniti nei quali mancano il quarzo ed il mica, sono composti di una pasta feldispatica, nella quale si sono formati dei cristalli di feldispato. La durezza dei porfidi è maggiore di quella dei graniti, per cui assai difficile riesce il lavorarli. La scarsità dei porfidi li rende molto preziosi, e non si adoperano che per ornamenti interni.

I *gneissi* provengono da quelle roccie che ammettono una composizione analoga a quella dei graniti, e che hanno le lame di mica disposte parallelamente ad un medesimo piano in modo da presentare un aspetto schistoso, qual è quello delle pietre del Malanaggio.

9. **Grès, grauwache, pudinghe, pietre molari e pietre focaie.** — Diconsi *grès* quelle pietre che sono formate da grani di sabbia silicea riuniti con un cemento naturale siliceo, o argilloso, o calcare. Alcuni *grès* formano un'eccellente pietra da costruzione, e danno dei buoni risultati quando, dopo una buona scelta, s'impiegano allo stato di pietra lavorata: resistono all'acqua, all'aria ed al gelo, ma hanno il difetto di non aderire sufficientemente bene alle malte quando s'impiegano come pietrame. Il taglio dei grès non riesce così facile come per le pietre calcari, e riesce quasi impossibile il lavoro a spigoli vivi. La durezza e la resistenza allo schiacciamento è variabile da un grès all'altro, ed il loro peso specifico si può mediamente fissare di 2,50. I grès duri tornano vantaggiosi per la costruzione di pavimenti: i grès teneri non possono servire che a far mole da affilare gli strumenti e pietre da filtrare acqua.

Il *grauwache* è una roccia arenacea che appartiene ai terreni di transazione, e che si presenta talvolta con abbondanza di mica, che gli dà una struttura schistosa, e tal altra con grani grossi arrotondati. Il grauwache non vien quasi usato nelle costruzioni, e si può dire che serve soltanto per formare cementi artificiali.

Le *pudinghe* sono conglomerati accidentali di sostanze pietrose nelle quali gli angoli e gli spigoli sono smussati, per lo meno nella maggior parte. In Lombardia si adopra molto la pudinga come pietra da costruzione, e se ne distinguono tre varietà, indicate colle denominazioni di *ceppo rustico*, di *ceppo mezzano* e di *ceppo gentile*. La prima denominazione si attribuisce a quelle pudinghe le cui parti sono maggiori di 5^{cm} e nelle quali il cemento non riempie tutti gli interstizi lasciati dalle diverse parti che si toccano solo in alcuni punti; la denominazione di *ceppo mezzano* si dà a quelle altre pudinghe in cui le parti inviluppate dal cemento sono minori di 5^{cm}, ma ancora tali che l'occhio, anche ad una certa distanza, le possa distinguere dal cemento; finalmente il qualificativo di *ceppo gentile*

Digitized by Google

viene riservato o quelle pudinghe le cui parti componenti sono talmente piccole da lasciare apparire solo da vicino la loro struttura granulare, ed i cui granelli sembrano uniti con una reciproca aderenza, in modo che l'occhio non vi possa distinguere il cemento. Le indicate tre varietà di pudinghe sono molto adoperate in Milano; trascorso qualche tempo dopo l'estrazione dalle cave, diventano bastantemente compatte; e, per non essere troppo dure, si riquadrano e si appianano assai facilmente.

Le *pietre molari*, così chiamate perchè servono a fare eccellenti macine, consistono in grosse concrezioni di quarzo siliceo, presentano una pasta ed una frattura irregolarissima, per cui in nessun modo si possono impiegare sotto forma regolare, e solo forniscono del pietrame di buona qualità, assai duro, molto resistente, inalterabile alle vicende atmosferiche e tenacemente aderente alle malte.

Alle roccie quarzose appartengono ancora le *pietre focaie*. Queste pietre non sono troppo convenienti come materiali da costruzione, sia a motivo delle piccole dimensioni e della forma arrotondita, anzichè piatta, sotto cui si trovano, sia per la difficoltà con cui le malte aderiscono alle loro superficie troppo liscie. In alcune regioni però si trovano dei massi sufficientemente grossi di pietre focaie, che si adoperano utilmente per l'interno di grossi muri, per estrarre pietre da paramento, e per formare delle lastre da pavimenti.

10. Composizione delle pietre argillose e generali loro proprietà. — Le *pietre argillose* sono composte di terra alluminosa mescolata d'ordinario colla silice e coll'ossido di ferro. Queste pietre non fanno effervescenza cogli acidi, non danno scintille sotto i colpi dell'acciarino, ed hanno la tessitura schistosa. Tali sono gli *amianti*, le *miche*, i veri *talchi*, le *pietre ollari*, gli *schisti*, diverse specie di *lavagne* e le *roccie* dette *di corna*, unitamente alle *pietre di paragone*, *da rasoio* ed a molte altre di nessun uso nelle costruzioni. Il peso specifico delle pietre argillose si può ritenere variabile fra 1,80 e 2,80.

Il più gran pregio delle pietre argillose sta nell'affinità che esse hanno colle malte quando le faccie dei pezzi più non presentano quella levigatura naturale che si trova nei banchi stratiformi delle cave. La resistenza e la durezza di tali pietre variano dall'una all'altra, ed hanno in generale il notevole inconveniente di alterarsi sotto l'azione delle vicende atmosferiche, per cui possono esse tornare di qualche vantaggio solamente nelle parti interne degli edifizi o quando vengono riparate con buoni intonachi. In generale le pietre argillose riescono di lieve utilità nell'arte di fabbricare, eccezione fatta di alcune poche che hanno qualche prerogativa delle buone

Digitized by Google

pietre da costruzione e che servono sufficientemente come pietrame, e di alcune altre che s'impiegano per coperture. Quasi unica fra le pietre argillose utili nell'arte del costruttore è quella che trovasi in Toscana, e di cui gli architetti fiorentini hanno saputo valersene nella decorazione dei magnifici loro edifizi. Questa pietra ha un bel colore bigio, è dura, omogenea e perfettamente resistente alle intemperie.

Le lavagne, che sono pietre argillose divisibili con facilità in larghe foglie sottili, sono riputate buone per coperture quando sono dure, leggiere, piane, d'uno spessore uniforme; quando non assorbono acqua e quando si possono forare e regolarmente tagliare senza infrangersi.

11. **Composizione delle pietre gessose e generali loro proprietà.** — Le *pietre gessose* sono composte di acido solforico combinato colla calce come base essenziale. Queste pietre non fanno in generale effervescenza cogli acidi, non danno scintille sotto i colpi dell'acciarino, e facilmente si lasciano intaccare dall'unghia. Il loro peso specifico si può ritenere variabile fra 1,90 e 2,50.

Le pietre gessose, siccome tenere e friabili, sono per la massima parte escluse dalle costruzioni, e si può dire che l'unico servizio che esse rendono nell'arte di fabbricare sta in ciò che, esposte per qualche tempo all'azione del fuoco, producono quella specie di calce chiamata *gesso*. Alcune delle pietre gessose contengono una piccola quantità di carbonato di calce; allora queste fanno una leggiera effervescenza cogli acidi e danno generalmente un gesso migliore delle altre.

Vi ha una specie di pietra gessosa chiamata *alabastrite*, che ha un aspetto saccaroidale, leggiermente trasparente, abitualmente di un bianco risplendente, qualche volta di color grigio o giallo pallido, che s'impiega per incrostature e per la formazione di minuti oggetti d'arte. La sua poca durezza è il carattere per distinguere l'alabastrite dal vero alabastro, che, come si è detto più sopra al numero 6, appartiene alle pietre calcari.

12. **Pietre vulcaniche e generali loro proprietà.** — La classe delle pietre vulcaniche si estende a pietre di qualità e di usi assai diversi, e basti per noi di citare i *basalti*, le *lave*, i *tufi vulcanici* e le *pozzolane*.

I *basalti* sono eruzioni vulcaniche composte di silicato di magnesia e di ferro e di feldispato a base d'allumina, di calce e di soda. Le pietre basaltiche sono capaci di una resistenza colossea, ma sono talmente dure da non potersi che difficilmente lavorare, per cui si

richiederebbe troppo dispendio per renderle adatte agli usi della costruzione; il loro peso specifico è di circa 2,85. Queste pietre danno dei lastricati di considerevole durata, i quali però hanno l'inconveniente di prendere un eccessivo pulimento sotto il continuo fregamento e di divenire sdrucciolevoli; qualche volta si ricava anche del pietrame, il quale risulta di mediocre qualità perchè poco aderisce colle malte.

Si chiamano *lave* quelle pietre originate dal raffreddarsi e dal solidificarsi delle materie minerali liquide che sono rigettate dagli attuali nostri vulcani. Generalmente queste pietre sono porose, resistenti, facili a tagliarsi, aderiscono assai bene alle malte ed utilmente si possono impiegare, sia come pietre lavorate, sia sotto forma di pietrame; ed alcune di esse hanno anche il vantaggio di resistere sufficientemente bene all'azione, benchè continuata, di un fuoco ordinario.

I *tufi vulcanici* sono formati con detriti di lave uniti da cementi di diversa natura, ed il loro peso specifico sta fra 1,22 e 1,95. A Roma ed a Napoli si fa un grand'uso di siffatte pietre, che si conoscono sotto il nome di *peperine:* sono esse dotate di una considerevole leggierezza, e questa proprietà le rende preziose nella costruzione delle vôlte.

Nello scopo di alleggerire le vôlte si sono talvolta impiegate delle pietre d'origine vulcanica, ma ancora più leggiere dei tufi, quali sono le *pietre pomici*, il cui peso specifico è minore di quello dell'acqua.

Le *pozzolane* non s'impiegano come pietre da costruzione e vengono esse destinate a somministrare un utile prodotto, di cui si farà parola in apposito capitolo.

13. **Vizi delle pietre da costruzione.** — Soventi s'incontrano delle pietre che presentano dei cattivi caratteri in contrasto coll'una o coll'altra delle qualità indicate al numero 3: questi cattivi caratteri si chiamano *vizi*, e quando si riferiscono alla lavorabilità si esprimono in pratica con nomi particolari che è bene di conoscere.

Si dice *pietra fiera* quella che molto resiste al taglio e che salta in iscaglie quando la si vuol lavorare e ridurre a spigoli vivi. Chiamasi *pietra nodosa* quella nella di cui pasta trovansi dei nocchi di pietra più dura, ed i nocchi stessi prendono il nome di *smerigli* quando sono metallici. Diconsi *filardesi* quei marmi che, per essere attraversati da naturali crepacci, facilmente vanno in pezzi nel lavorarli; *tarlati* quelli che presentano delle piccole cavità a guisa di tarlature; *untuosi* quelli che in nessun modo possono ricevere un lucido perfetto e che sempre mostrano una superficie appannata.

Fra tutti i vizi che possono presentare le pietre da costruzione il più grave è quello che si oppone alla loro durevolezza, per cui non sono esse suscettive di resistere all'azione del fuoco, dell'umido, del gelo e della salsedine. Quelle pietre che sono soggette ad alterarsi all'azione dell'aria, che sbullettano e si levano in iscaglie col gelo, si chiamano dai pratici *diacciuole*.

14. **Ricerca delle pietre da costruzione.** — Per quanto siamo venuti dicendo risulta che non tutte le pietre hanno le qualità necessarie per fare una buona costruzione; e, allorquando devesi eseguire un lavoro che esige l'impiego di pietre, grandemente importa di esaminare con molta cura tutte le pietre di cui si fa uso nel paese. Per questo si visitano le diverse cave e si procede per via di osservazioni e di esperienze. Le osservazioni sono sufficienti per quelle pietre già impiegate in costruzioni, badando attentamente quale riuscita hanno avuto negli edifizi in cui sono state adoperate, in diversi climi ed in diverse esposizioni: occorrono le esperienze quando trattasi di pietre provenienti da nuove cave; e l'esposizione di qualche blocco della pietra da esplorarsi all'aria ed alle intemperie durante lo spazio non minore di due anni, o l'immersione nell'acqua di mare, qualora importi di conoscere se la pietra può resistere all'aria salsa nei paesi marittimi, costituiscono le prove che possono dare qualche indizio sulle resistenze al gelo, all'umido ed alla salsedine. Questo metodo però ha il doppio inconveniente di dare le indicazioni che si cercano dopo un lungo spazio di tempo e di non somministrare dei dati concludenti, imperocchè nulla può assicurare che le pietre, mostratesi inalterabili all'azione del gelo durante il tempo dell'esperimento, siano ancora per mostrarsi tali sotto l'azione di freddi più intensi e per altre alternative di gelo e di disgelo. Un procedimento pronto e facile per riconoscere se una pietra qualunque è diacciuola è quello di Brard, che immaginò di sostituire la forza di espansione dovuta alla cristallizzazione d'un sale a quella che risulta dal congelamento dell'acqua nei pori delle pietre.

Brard propone di far bollire durante una mezz'ora un pezzo della pietra ad esperimentarsi in una dissoluzione, saturata a freddo, di solfato di soda; di cavare l'indicato pezzo; di porlo in un vaso piatto; di versare nel fondo di questo circa sette millimetri di altezza della dissoluzione medesima, in modo che la pietra ad assaggiarsi s'inzuppi leggiermente per la sola base; e di mettere il tutto in un sito caldo affine di facilitare l'efflorescenza del sale di cui è imbevuto il pezzo. Visitando il pezzo di pietra dopo 24 ore si troverà esso coperto di efflorescenze nevose; il liquido evaporizzato ed

assorbito; e, umettando leggiermente la pietra con acqua pura finchè tutti i sali siano scomparsi e che il pezzo, il quale non devesi mai levare dal vaso, sia ben netto, non di rado avverrà di trovare nel vaso delle fogliette o frammenti angolari, i quali già si sono staccati se la pietra è diacciuola. Dopo questo si lasciano venire nuove efflorescenze; poi, mediante acqua pura, si lavano come prima, e così si continua per cinque o sei giorni, dopo dei quali si giudica del modo di comportarsi della pietra rispetto all'azione del gelo dalla quantità dei frammenti staccati.

Vicat applicò il procedimento di Brard a diverse pietre, e provò che il solfato di soda può produrre sulle pietre maggior effetto delle gelate dei nostri climi quando si satura l'acqua a caldo; che questo stesso effetto è superiore a quello del gelo quando si satura l'acqua a freddo; che l'efflorescenza del solfato di soda in una dissoluzione saturata a freddo agisce in generale nelle pietre più energicamente d'una gelata di 5 a 6 gradi centigradi; che non è conveniente impiegare la dissoluzione di solfato di soda saturata a caldo, perchè talvolta si verrebbe a ricusare delle buone pietre; e finalmente che la dissoluzione di 1 d'acqua per 0,50 di sale dà risultamenti assai soddisfacenti.

Il processo di Brard fu anche esperimentato con buon successo da Conrad, dalla Società degli amici delle arti di Genova e da Héricart di Thury, il quale ultimo vi apportò qualche modificazione, prescrivendo: di fare l'assaggio su pezzi cubici a spigoli vivi della lunghezza di 0^{m},05; di sospendere a fili ed in modo che siano isolati i pezzi estratti dalla dissoluzione entro cui hanno bollito per mezz'ora; di collocare al disotto di ciascuno dei pezzi un vaso pieno della dissoluzione nella quale hanno bollito; di tuffare i pezzi nei vasi rispettivamente sottoposti per far cadere le prime efflorescenze saline che dopo 24 ore si mostrano alla superficie delle pietre in forma di piccole punte bianche, saline e consimili al nitro nelle grotte, e di ripetere quest'operazione di pulimento tutte le volte che le efflorescenze saranno ben formate. Si giudicano non diacciuole quelle pietre per cui non si trovano nel fondo del vaso nè grani, nè fogliette, nè frammenti del pezzo d'assaggio, e sono diacciuole quelle altre per cui il pezzo d'assaggio ha lasciati dei grani, delle fogliette e dei frammenti con deterioramento negli angoli e negli spigoli vivi.

È rimarchevole come alcune pietre, diacciuole al sortire dalle cave, cessano di esserlo quando, per essere state esposte per qualche tempo all'aria, hanno perduta la loro acqua di cava. Il fenomeno si spiega ammettendo, col dottore Lyell, che l'acqua di cava di tali pietre

contenga in dissoluzione dei corpi stranieri, come carbonati di calce, di silice, ecc., e che, all'atto dell'evaporazione, deponga siffatti corpi in alcune parti delle piccole cavità in cui essa si trova, per cui la pietra si costituisce in modo da non poter più essere penetrata dall'umido nella stessa maniera con cui poteva essere penetrata appena uscita dalla cava.

15. **Osservazione sulle pietre che non presentano la necessaria durezza nelle loro cave, e indurimento artificiale di alcune pietre mediante il processo di silicatizzazione.** — Se nella ricerca delle pietre da costruzione avviene di ritrovarne di quelle che presentano molti dei requisiti indispensabili alle pietre per fabbricare, ma che sembrano mancare della necessaria durezza, prima di rifiutarle conviene accertarsi se alle volte non sono di quelle che aumentano di durezza perdendo la loro acqua di cava per il consolidamento che prendono, all'atto dell'evaporazione, alcune materie contenute in detta acqua. Ciò non verificandosi, si può ancora esaminare la qualità della pietra e vedere se è possibile e se è vantaggioso l'indurirla artificialmente mediante il processo di silicatizzazione.

Si è osservato che le dissoluzioni silicee sono assorbite dalle pietre porose, che dopo qualche tempo di esposizione all'aria le stesse pietre possono assorbire altra quantità di dissoluzione, e che questo potere assorbente finisce per divenire nullo. Quest'osservazione ha suggerito il metodo di poter indurire e rendere più resistenti le pietre mediante il seguente procedimento: preparata a caldo una dissoluzione di silicato di potassa o di soda, preferibilmente di potassa, giacchè quella di soda dà luogo a delle efflorescenze saline, s'immerga in essa la pietra da indurirsi, e vi si lasci finchè la pietra non manifesta più potere assorbente relativamente alla dissoluzione.

Se trattasi d'indurire pietre che trovansi già messe in opera, s'incomincia dal raschiare o almeno dal lavare con un ranno di potassa caustica le superficie che devono essere bagnate colla dissoluzione, si fa l'aspersione mediante trombe idrauliche, e si ripete più volte, lasciandovi almeno l'intervallo di una notte fra l'una e l'altra.

L'esperienza dimostra che un chilogramma di silicato di potassa va bene per sei litri d'acqua; che un litro di dissoluzione può bastare per un metro quadrato di superficie di pietra calcare mediamente porosa; che tre aspersioni sono generalmente sufficienti, ma che vogliono essere fatte a temperature medie ed al riparo dei raggi solari.

ARTICOLO II.

Estrazione delle pietre.

16. Nozioni generali sull'estrazione delle pietre. — L'arte di estrarre le pietre è antichissima, e ci riferiscono le storie che gli Egiziani procedevano all'estrazione dei superbi loro graniti sbozzando le faccie anteriore e superiore del pezzo che volevano estrarre, praticando un'incavatura nella direzione secondo cui volevano che si operasse il distacco, facendo in questa dei fori un po' profondi, a distanza di circa un metro, cacciando in questi dei cunei di legno forte e bagnandoli d'acqua. Il rigonfiamento dei cunei produceva lo sforzo bastante al distaccamento del masso di granito. — S'ottiene il medesimo risultato mercè il rigonfiamento di una fune posta in una scanalatura praticata nella direzione secondo cui vuolsi avere il distacco, e bagnata poscia con acqua.

Diversi sono i mezzi che attualmente s'impiegano per l'estrazione delle pietre, e l'applicazione dell'uno anzichè dell'altro viene suggerita e dalla profondità a cui trovasi la pietra, e dalla conoscenza del suolo che la ricopre, e dalla natura della pietra stessa, e dalla grandezza dei massi che si vogliono avere. — Allorquando si tratta di massi di pietra posti a poca profondità, si fa l'estrazione a cielo scoperto, levando la terra da una sua parte, estraendo la parte resa libera, e così procedendo con alternative di scoprimento e di estrazione. — Allorquando la pietra da estrarsi si trova a grande profondità sotto terra, si aprono le cave in galleria, traendo partito della resistenza di alcuni degli strati superiori per formare la copertura della cava, e assicurandola mediante pilastri costituiti della pietra stessa o formati con apposita muratura. Le gallerie si aprono, quando si può, nei fianchi dei colli, e si procura che il loro cielo sia al disopra del suolo per permettere la circolazione dei carri carichi di pietre. Talvolta riesce impossibile di aprire le gallerie nel modo suddetto, ed allora si fanno comunicare coll'esterno mediante pozzi, alcuni dei quali servono all'estrazione delle pietre, ed alcuni alla discesa ed alla sortita degli operai mediante scale in essi collocate. Per innalzare le pietre si fa uso di vericelli, di burbere e di ruote a piuoli messi in movimento da uomini, e, quando l'innalzamento deve essere energicamente attivato, si può trar partito della forza degli animali o di quella del vapore.

Digitized by Google

Nello staccare i massi di pietra dalla loro sede natia bisogna trar partito dei crepacci naturali, farne degli artificiali circoscritti al blocco da ottenersi, e introdurvi dei cunei in ferro, che colla percussione determinino il distacco. Nelle roccie dure s'impiegano diversi mezzi per il distaccamento dei blocchi, come cunei di diversa grossezza, leve e pali in ferro; e ben soventi si trae partito della forza espansiva della polvere, che, trasformata in gas per effetto dell'esplosione, produce nello spazio che occupa una pressione che si valuta di circa 4000 atmosfere, la quale è capace di rompere le roccie più dure e le più compatte.

17. **Mine ordinarie.** — Le mine ordinarie consistono nel praticare nella roccia, da cui voglionsi distaccare i blocchi di pietra, diversi fori col diametro di $0^m,05$ a $0^m,06$ e colla profondità di $0^m,50$ a 2^m; nel versare in questi fori, e per circa 1/3 della loro profondità, della polvere; nell'intasare con argilla, e qualche volta anche con sabbie terrose e con detriti calcari; nel collocare una miccia in tutta la massa d'intasatura, o nel lasciarvi una stretta apertura cilindrica atta a riceverla; nel religare le miccie dei diversi fori ad un sol capo; e finalmente nell'appiccarvi il fuoco, che, propagandosi alle diverse miccie e portandosi alla polvere collocata nei diversi fori, deve produrre l'esplosione, lasciando tempo agli operai di porsi al riparo di ogni danno che potrebbe derivare dalle scaglie di pietre gettate dalla forza espansiva della polvere.

Per praticare i fori soglionsi generalmente impiegare due diversi strumenti, il *fioretto* e la *barra da mina*. Il *fioretto* consiste in un'asta rotonda, terminata ad un estremo con una testa piatta ed avente all'altro estremo una punta in acciaio sotto forma di scarpello a taglio alquanto curvo, affinchè gli angoli non vengano facilmente smussati, e con larghezza maggiore del diametro dell'asta per rendere possibile che questa possa facilmente girare entro i fori che con essa si praticano. Un piccolo fioretto, di diametro non maggiore di $0^m,05$ e di lunghezza non eccedente i $0^m,70$, può essere maneggiato da un sol uomo, il quale lo tiene colla mano sinistra nel sito in cui si vuol praticare il foro, mentre colla mano destra lo percuote sulla testa a colpi di martello. I fioretti, le cui dimensioni sono maggiori di quelle or ora indicate, vengono maneggiati almeno da due operai; uno tiene il fioretto e lo gira nel foro in cui agisce, l'altro lo batte sulla testa a colpi di mazza in ferro. — La *barra da mina* è una spranga rotonda in ferro, piuttosto pesante ed avente una punta in acciaio simile a quella del fioretto. Questo strumento perforatore si maneggia generalmente da due uomini, sollevandolo e scagliandolo successiva-

mente nel foro che si pratica, avendo l'avvertenza di girarlo ad ogni colpo di circa 1/6 di circonferenza onde facilitarne l'estrazione.

A misura che aumenta la profondità di un buco da mina, cresce la quantità dei detriti che si trovano nel suo fondo, ed apportando questi qualche impedimento all'ulteriore avanzarsi del foro, importa di farne l'estrazione. Per questo fine si adopera uno strumento formato di un'asta piatta in ferro, avente lunghezza un po' maggiore della più grande profondità che vuolsi assegnare ai fori da mina, e terminato da una cucchiaia ricurva. Nelle roccie dure ed asciutte, onde impedire il riscaldamento dei mezzi perforatori e per facilitare il loro effetto, si versa dell'acqua nei fori e si estrae la poltiglia che in essi si forma mediante la cucchiaia. Quando un buco da mina ha raggiunto la profondità voluta, si pulisce e si asciuga mediante stoppa o mediante stracci fatti passare in una fessura che appositamente trovasi quasi sempre praticata all'estremità del manico della cucchiaia.

Praticato un foro da mina, ben pulito e asciugato, conviene procedere all'operazione di caricarlo. La carica consiste nel versare entro il foro la polvere fino ad 1/2 o ad 1/3 della sua altezza, oppure nell'introdurvi una cartuccia appositamente fatta, e che, mediante una spranga di legno o di rame, affinchè non succedano scintille, si caccia al fondo. Messa la carica, si pone uno spillo in rame, detto *spillo di levatura*, lungo un lato del foro e addentrantesi nella polvere di qualche millimetro. Si procede dopo all'intasatura, che generalmente si compie mettendo nel foro dell'argilla e comprimendola mediante un'asta in ferro terminata da un ingrossamento in rame, di diametro presso a poco eguale a quello del foro ed avente un' incavatura lasciata nell'intento di rendere possibile il suo movimento senza spostare lo spillo di levatura. L'operazione dell'intasatura vien generalmente fatta comprimendo prima leggiermente una data quantità d'argilla nel foro, comprimendone poscia una seconda quantità con maggior forza, ed aumentando così la forza di compressione sulla sostanza che si adopera per intasare fino a riempire totalmente il foro. Fatto questo, si toglie lo spillo facendolo girare affinchè lasci un foro ben liscio, e si riempie quest'ultimo di polvere, oppure vi si introducono dei cilindretti formati con liste di carta impregnata di polvere. Talvolta, invece dello spillo, si lascia nel foro una paglia o un piccolo tubo di latta pieno di polvere. Così preparato un foro da mina, si mette esso in contatto con una miccia solforata, la quale brucia assai lentamente, e che qualora gli si assegni la voluta lunghezza, permette agli operai di porsi al riparo dei danni che può produrre l'esplosione della polvere.

Digitized by Google

Da qualche anno vantaggiosamente si sostituisce una miccia di sicurezza, detta di *Bickfort*, allo spillo di levatura. Questa miccia consiste essenzialmente in una piccola fune di cotone contenente nel suo mezzo un filo fino e continuo di polvere, ed ha il doppio vantaggio di essere impermeabile all'umidità e di abbruciare assai lentamente.

I buchi da mina devono essere collocati opportunamente, se pur vuolsi quanto si desidera colla minor spesa possibile; ed in generale si può ritenere che devono essere più o meno numerosi, secondo la grossezza dei blocchi che si vogliono staccare, e disposti in modo che l'azione massima della polvere agisca in senso normale a quello secondo cui si presenta più facile il distacco. Nell'intento poi di evitare perdite di tempo, per non andar incontro a funesti accidenti, ed anche per meglio raggiungere lo scopo di distaccare pezzi di prestabilite dimensioni, conviene produrre contemporaneamente l'esplosione della polvere in tutti i fori da mina che si credette opportuno di praticare. Quando qualche foro da mina fallisce, è necessario avere una grande prudenza per non andare incontro a gravi e deplorabili pericoli, ed importa lasciare un certo intervallo di tempo fra l'operazione di appiccare il fuoco e la visita del buco nel quale non ebbe luogo l'esplosione. Nelle roccie con crepacci può arrivare che l'esplosione di un foro da mina produca l'esplosione di altri collocati a più metri di distanza, e per questo si reputa buon consiglio quello di stuccare mediante argilla i crepacci che soventi trovansi all'atto della perforazione.

Per diminuire la tendenza che hanno le mine di sminuzzare forse eccessivamente le pietre e di gettarle assai lungi in minute scheggie, torna vantaggioso di mescolare la polvere con una piccola dose di segatura di legno ben secco; e l'esperienza dimostra essere bene di lasciare fra lo stoppaccio e la polvere un po' di vano. Si arriva facilmente ad avere l'ultima disposizione praticando il foro con due aste perforatrici di diverso diametro, in modo che esso rimanga diviso in due parti *(fig. 1)*, di cui l'inferiore sia più stretta della superiore; allora lo stoppaccio può soltanto arrivare fino al risalto che esiste fra la parte superiore e la parte inferiore del foro, la qual ultima si riempie quasi totalmente di polvere.

18. **Mine sotto acqua**. — Finchè l'altezza dell'acqua non è molto considerevole e che solo si eleva di pochi centimetri sopra il livello della roccia nella quale vuolsi praticare la mina, il minatore può scavare i fori con procedimenti analoghi a quelli che si seguono operando all'asciutto, e caricarli con una cartuccia impeciata, cui sia

Digitized by Google

annesso un piccolo tubo di cartone inverniciato, o di carta grossa impeciata, o anche di tela impermeabile. Si mette lo spillo di levatura facendolo passare nel detto tubo, e s'intasa leggiermente la carica. Invece dello spillo di levatura, torna forse più conveniente l'impiego diretto di una cartuccia cui sia annesso o un tubo di latta impeciato alla sua unione, o un pezzo di miccia impermeabile. Qualche volta le cartuccie impeciate vengono surrogate da cartuccie di cuoio, dette *cartocci*.

Quando l'altezza d'acqua è piuttosto considerevole, ma che ancora non eccede i 2^{m}, coi metodi precedenti, e servendosi di ordigni più lunghi, si possono fare i buchi, caricarli ed innescarli. Generalmente però le due operazioni del caricamento e dell'innescatura si modificano come segue: fatto il foro da mina, vi si mette un tubo di latta, chiuso al fondo e di lunghezza tale da raggiungere l'estremità inferiore del foro, restando coll'estremo aperto al disopra del livello dell'acqua; al fondo dell'indicato tubo si fa discendere la cartuccia a cui va legata una miccia combustibile e che finisce per distendersi lungo un lato del tubo; si intasa con sabbia e talvolta anche con argilla o con gesso; si dà fuoco alla miccia; e l'esplosione produce la rottura del tubo e lo spezzamento della pietra circostante. Se la cartuccia e la miccia d'innesco sono impermeabili, il tubo di latta si lascia aperto ai due estremi; esso serve allora di guida per collocare a posto la carica, e notevolmente si accelera l'operazione, giacchè in questo caso l'acqua stessa che trovasi nel tubo serve come mezzo per intasare.

I procedimenti esposti sono insufficienti quando si devono praticare delle mine sotto masse acquee di altezza assai considerevole. In simili circostanze si cercò soventi di trovare il mezzo per far arrivare gli operai fin presso la roccia in modo da poter lavorare come all'asciutto o coll'intermedio di uno strato d'acqua assai piccolo, e si riuscì, sia facendo uso di campane da palombaro, sia, come suggerì Coulomb per sbarazzare il letto della Senna dalle roccie considerevoli che sono presso Quillebeuf, traendo partito di una robusta cassa senza fondo, in cui si comprime l'aria, ed in cui si può quindi lavorare, come meglio si comprenderà parlando delle fondazioni ad aria compressa. Questi metodi però sono assai dispendiosi, ed assai più economico è quello che fu di gran uso negli Stati Uniti, che servì al signor Ravier per scavare la roccia esistente all'entrata del porto d'Algeri, e che oggidì viene utilmente seguito nell'esecuzione delle vie ferrate del litorale ligure. Questo metodo economico consiste nel disporre sulla roccia che vuolsi far saltare diverse grosse

botti piene di polvere da mina e della capacità di 50 a 60 litri, e nel produrre la simultanea esplosione o con miccie impermeabili, o meglio disponendo la cose in modo che una corrente elettrica possa in uno stesso istante far accendere le polveri. In questo sistema di mina subacquea la colonna d'acqua sovrastante alle botti fa ufficio d'intasatura, e l'effetto dello scoppio apparisce esteriormente mediante un'agitazione nell'acqua e mediante un bollicamento causato dallo sprigionarsi dei gas.

19. **Mine acidate.** — Assai più potenti delle mine ordinarie sono le *mine acidate*, il cui secreto sta in un ingrandimento della camera per la polvere, ottenuto mediante un acido capace d'intaccare la roccia. Ecco in che consiste il processo delle mine acidate, valevole per le pietre calcari, e quale venne applicato da Courbebaisse. Praticato colla barra da mina un foro stretto e cilindrico fino alla profondità a cui vuolsi far arrivare la polvere, vi s'introduce un tubo AD *(fig.2)* di rame, incatramato per essere inalterabile all'azione dell'acido che vuolsi impiegare, e talmente lungo che la sua estremità inferiore venga fino al livello superiore AC che deve avere la polvere. — Fatto questo, si riempie esattamente con stoppa ed argilla la spazio che rimane fra la superficie esterna del tubo e quella del foro praticato nella roccia, e sotto l'estremità superiore e ricurva D di questo tubo si pone un recipiente E. Un secondo tubo FG, che parte dal fondo di un recipiente H, pieno di acido cloridrico allungato, attraversando in F la parete del tubo DC, si porta colla sua estremità inferiore fin quasi al fondo del foro già praticato. L'acido, che venendo dal recipiente H passa pel tubo FG, si porta in contatto della roccia, la intacca, ha luogo uno svolgimento di acido carbonico, una soluzione schiumosa sale per lo spazio che trovasi fra i due tubi, e viene a cadere nel recipiente E, dal quale si riversa nel recipiente H finchè tutto l'acido sia completamente saturato e trasformato in cloruro di calcio. Praticata la cavità, si estrae il liquido in essa contenuto, si carica fino a metà di polvere mista con segatura di legno, s'introduce la miccia Bickfort e poi si carica l'altra metà.

Il sistema delle mine acidate permette di andare a profondità di 7^{m} a 8^{m}, praticando il foro primitivo con barre di 0^{m},035 circa di diametro. Si sono praticate delle mine capaci della carica di 70^{Cg} di polvere, e si sono staccati dei pezzi dell'ingente volume di 500^{mc}. Per rapporto alla quantità di acido da impiegarsi per siffatte mine. l'esperienza sembra dimostrare che ne occorrono 6^{Cg} per aprire una cavità capace della carica di 1^{Cg}.

Digitized by Google

ARTICOLO III.

Preparazione delle pietre per essere impiegate nelle costruzioni.

20. Molte sono le destinazioni che ricevono le pietre nell'arte di fabbricare; ma sempre si impiegano o in masse irregolari, o sotto forma di blocchi lavorati e resi più o meno regolari per opera dell'uomo, o sotto forma di lastre.

21. **Ciottoli e pietrame informe.** — Fra le pietre che si impiegano in masse irregolari vi sono i *ciottoli*, che trovansi sparsi sulla superficie terrestre, qua e là trascinati dai corsi d'acqua, e che si possono utilmente impiegare, nella formazione di masse murali allorquando sono piuttosto grossi, non troppo arrotondati ed a superficie un po' scabrosa, nella struttura di selciate se hanno una grossezza media compresa fra $0^m,08$ e $0^m,12$, e se presentano una notevole resistenza al fregamento, nella composizione di quel materiale che chiamasi calcestruzzo, e di cui parleremo più innanzi, allorquando hanno una grossezza non eccedente i $0^m,05$.

Il *pietrame informe* è costituito, sia da quei pezzi di pietra che si estraggono dalle cave con volume non minore di 0^{mc}, 002 senza però avere grandi dimensioni, sia da quel materiale che ricavasi dai massi di pietra esistenti alla superficie della terra, frantumati colla mazza, colle biette o con altro mezzo qualunque, e ridotti in pezzi eccedenti il volume di $0^{mc},001$. Chiamasi *pietrame comune* quello che proviene da cave, e si dice invece *pietrame di sassi* quello che si ottiene da pietre frantumate qua e là sparse sulla superficie terrestre.

22. **Pietrame lavorato.** — Si attribuisce generalmente il nome di *pietrame lavorato* a quelle pietre da costruzione aventi volume non eccedente i $0^{mc},040$, e che prima del loro impiego si sottopongono ad un lavoro più o meno prolungato onde ridurle a forma più o meno regolare. Il pietrame lavorato prende nomi diversi secondo il diverso grado di lavoratura che ha ricevuto, e chiamasi: *pietrame digrossato* quello stato leggiermente tagliato sulle faccie d'appoggio e sulle faccie laterali a misura dell'impiego, onde far sì che i diversi pezzi presentino una base stabile ed un certo assestamento sui fianchi, e che impiegasi generalmente per muri di fondazione o per muri che devono ricevere un intonaco; *pietrame grossamente scarpellato* quello in cui collo scarpello furono tolte le maggiori irregolarità

Digitized by Google

sulle faccie viste, sulle faccie d'appoggio e sulle faccie laterali, e che soventi impiegasi per la formazione di muri e di vôlte che devono presentare una superficie appena ragguagliata senza che sia necessario un lavoro finito; *pietrame scarpellato* quello tagliato con un po' più di cura del precedente in modo di essere a spigoli vivi e ben finiti.

23. **Pietra da taglio.** — Chiameremo *pietra da taglio* qualsivoglia blocco già tagliato o destinato ad essere tagliato con forme convenienti all'impiego che deve ricevere, avente dimensioni piuttosto considerevoli, ed un volume che valga a distinguerlo dal pietrame lavorato. I blocchi lavorati di pietra da taglio si dicono *conci*, le faccie orizzontali colle quali devono unirsi due conci sovrapposti si chiamano *letti*; e si appellano *giunti* o *giunture* quelle faccie verticali o inclinate con cui devono lateralmente toccarsi due pietre contigue.

I conci di pietra da taglio si distinguono dai costruttori relativamente al loro volume: in *conci di prima specie* quelli che, nel passare dallo stato greggio allo stato di pietra lavorata, hanno perduto colla mano d'opera circa 1/10 del primitivo volume, e che in genere abbracciano i pezzi lavorati di volume compreso fra $1^{mc},000$ e $0^{mc},760$; in *conci di seconda specie* quelli che colla mano d'opera hanno perduto 1/5 del volume primitivo, e che comprendono i pezzi lavorati di volume compreso fra $0^{mc},750$ e $0^{mc},410$; in *conci di terza specie* quelli che hanno perduto i 3/10 del loro primitivo volume dopo la lavoratura, ossia i pezzi lavorati di volume compreso fra $0^{mc},400$ e $0^{mc},260$; in *conci della quarta specie* quelli che colla mano d'opera hanno perduto i 2/5 del primitivo volume riducendosi a massi di volume compreso fra $0^{mc},250$, e $0^{mc},100$; ed in *conci della quinta specie* che colla lavoratura perdettero i 7/10 del volume primitivo riducendosi a pezzi di volume variabile fra $0^{mc},090$ e $0^{mc},040$.

24. **Sbozzamento delle pietre.** — La prima operazione che si fa per lavorare le pietre è lo *sbozzamento*, che consiste nel foggiare grossolanamente ed a forma di parallelepipedo, mediante un martello a punta o colla sega, il blocco da cui vuolsi derivare un concio di determinata forma. La segatura si effettua con seghe dentate sulle pietre tenere, colla sega liscia e per mezzo dell'attrito che si sviluppa gettando nel taglio acqua e sabbia silicea sulle pietre dure: quando trattasi di marmi s'impiega lo smeriglio invece della sabbia. Le seghe possono essere messe in movimento a braccia d'uomo, dalla forza motrice di animali, o da quella dell'acqua, o da quella del vapore. Nel primo caso le seghe non hanno lunghezza maggiore di $2^{m},60$;

Digitized by Google

la loro corsa è lo sbraccio dell'uomo, cioè da 0m,40 a 0m,50, e quindi la lunghezza dei massi a tagliarsi non può guari eccedere i 2m.

25. **Denominazioni dei diversi tagli d'apparecchio.** — I tagli che si devono fare sulle pietre sbozzate e ridotte a forma di parallelepipedi, per dar loro le forme volute dalla loro destinazione, prendono nomi particolari che è bene di conoscere. *Taglio nascosto* è quello dei letti o delle faccie orizzontali colle quali devono unirsi due conci sovrapposti, non che quello delle giunture, ossia di quelle faccie verticali o inclinate con cui lateralmente devono toccarsi due pietre contigue. Sia i letti come le giunture possono essere *piane*, *curve* e ad *incassatura scambievole*. — *Taglio apparente* si dice quello delle faccie che devono rimanere visibili. — *Taglio sul posto o rettificazione* viene denominato quel conguagliamento che talvolta viene fatto alle superficie dei conci già messi in opera — *Taglio abbozzato* si chiama quella digrossatura per cui collo scarpello ed a colpi di martello si manda in iscaglie la pietra superflua per formare i piani degli angoli rientranti, e così regolare il taglio corrispondente ai profili delle modanature prescritte. *Taglio scantonato* è quello per cui si fa saltare la pietra superflua onde isvolgere due faccie che si incontrano sotto un angolo piano, o per incavare un masso fra uno o due lati conservati; questo taglio si presenta per ridurre una pietra parallelepipeda di base rettangola ad avere base trapezia, per formare angoli rientranti, per praticare in un concio un' incassatura scambievole o morsa, per ottenere i conci delle vôlte, per ridurre *a cappello* od *a schiena* le pietre di coronamento, per incavare un doccione, ecc. Finalmente si riserva il nome di *taglio incassato* a quello per cui in un masso di pietra fra tre, quattro, o fra un maggior numero di lati conservati, vien praticata un incassatura, come accade per la formazione di un vasoio a tre sponde, di un acquaio, di tubi, di telai circolari e rettangolari di tre, quattro e più lati.

26. **Distinzione delle faccie tagliate.** — Tutti i tagli di apparecchio or ora indicati possono avere le superficie tagliate piane o curve, e queste due circostanze danno luogo alle seguenti denominazioni. Si chiamano *a pelle piana* tutte quelle superficie alle quali è applicabile un regolo in tutti i sensi; e si dicono *a pelle di sega* le superficie piane ottenute col mezzo della sega. — Si denominano *a pelle centinata* le faccie curve sulle quali si può applicare un regolo solo in un senso, e che si possono considerare come generate da una linea retta che si muove passando sempre per una certa curva e conservandosi parallela a se medesima. — Si dicono *a pelle modanata* quelle superficie curve generate dalla rivoluzione di una curva

Digitized by Google

piana, od anche dal muoversi di una curva piana normalmente ad un altra curva piana. — Finalmente si attribuisce il nome di superficie *a pelle di scultura* quelle superficie curve generate in un modo qualunque diverso dai due ultimamente indicati.

27. **Distinzione delle superficie lavorate.** — Le superficie, sia piane, sia curve, di cui si sono date le denominazioni, possono essere più o meno lavorate e vanno perciò distinte: in superficie *a pelle grossolana* quando sono lavorate colla subbia a colpi di martellina; in superficie *a pelle rustica* quando sono ridotte a grossa grana col martello a penna dentata; in superficie *a pelle liscia* quando col martello e colla penna a denti più frequenti si fa loro acquistare una grana fina; in superficie *a pelle arricciata* quando gli spigoli delle faccie sono cesellati per una larghezza non maggiore di $0^m,05$ e rustica l'interposta superficie, e finalmente in superficie *a pelle spiumata* quando la superficie posta fra le striscie cesellate è liscia.

28. **Principii generali di stereotomia.** — Si chiama stereotomia l'arte di tagliare i solidi, come le pietre, i legni, i metalli, ecc., in modo che le diverse parti, riunite in un certo ordine, presentino un assieme ben collegato e con forme preventivamente stabilite. La stereotomia, applicata al taglio delle pietre da impiegarsi nelle costruzioni, abbraccia delle quistioni di massima importanza pel costruttore, e facili a risolversi quando si abbia un' idea ben precisa della generazione delle superficie che devono presentare le diverse faccie dei conci a foggiarsi. Converrà innanzi tutto segnare sul blocco a lavorarsi alcune linee che si possano assumere come *direttrici* delle indicate superficie, e poi collegarvene delle altre che siano *generatrici* talmente vicine che nel loro assieme diano origine alla superficie richiesta. Nella scelta delle direttrici bisogna procurare di prendere quelle che risultano le più facili a segnarsi sul blocco da lavorarsi, e, trattandosi di superficie rigate che ammettono diversi sistemi di generazione, si porrà attenzione a che le generatrici che devono servire di guida nel lavoro siano rettilinee.

Nei sei numeri che immediatamente seguono si daranno le norme generali per tagliare le pietre nei casi pratici che più di frequente s'incontrano.

29. **Taglio di un concio a forma di parallelepipedo rettangolo** (*fig.* 3, 4 *e* 5). — Conoscendosi le lunghezze dei tre spigoli che deve avere il concio lavorato, si sceglierà un blocco di pietra greggia di forma pressochè prismatica con dimensioni tali che risulti possibile l'estrazione del parallelepipedo domandato. Supponendo che sia ABCEIGN (*fig.* 3) il blocco che vuolsi lavorare, si incomincierà dal

tracciare mediante un regolo su una faccia, per esempio sulla faccia posteriore ADK, una linea nera DK, che non sarà una linea retta a motivo delle asprezze della pietra, ma che sarà almeno una linea piana. Fatto questo, collo scarpello e col martello si farà saltare in iscaglie ed a poco a poco la pietra che trovasi al disopra di questa linea fino ad ottenere un intaccatura di larghezza DF variabile fra $0^m,01$ e $0^m,02$, e tale che la superficie DFHK risulti piana, la qual condizione è facile a ottenersi su una striscia di sì piccola larghezza ed adoperando un regolo come mezzo di verificazione. Così preparato il lavoro, l'operaio porrà il regolo YZ in equilibrio sopra la striscia piana DFHK, e, trasportatosi verso la faccia anteriore BCEN, applicherà a questa un secondo regolo Y'Z'; lo sposterà, finchè i raggi visuali lambenti la superficie superiore di questo regolo e condotti per le parti sporgenti MY' ed LZ' vengano a passare per la superficie inferiore del regolo YZ nelle parti sporgenti FY ed HZ; ed in questa posizione del regolo Y'Z' traccierà con tratto nero ML, che sarà una linea situata nello stesso piano della linee DK.

Le due linee DK ed ML si possono ritenere come due direttrici della superficie piana che deve costituire la faccia superiore del concio a formarsi, la quale si può considerare come generata da una linea retta che, occupando primitivamente la posizione DM, si muova appoggiando sempre sulle linee DK ed ML poste in uno stesso piano. Se adunque l'operaio pratica tre intaccature una lungo ML, l'altra lungo DM e la terza lungo KL, determina i bordi del piano domandato; levando dopo la pietra che internamente rimane, e verificando se sulla superficie posta in scoperto si può adagiare un regolo per tutta la sua lunghezza, si arriva a completare il lavoro della faccia DMLK.

Resa piana la faccia superiore DKLM (*fig.* 4), si traccia su essa e verso una sua estremità la linea retta *ik*, si prende una lunghezza *bc* eguale a quella che deve avere il concio, mediante la squadra si innalzano le due perpendicolari *be* e *ch*, e si determinano i punti *a* e *d* in modo che le due lunghezze *ba* e *cd* risultino eguali alla larghezza del concio. Unendo *a* con *d*, risulta il rettangolo *abcd* costituente la faccia superiore del parellelepipedo che vuolsi ottenere. Fatto questo, si fanno saltare in iscaglie le due porzioni M*ibfmop*B e D*ealqrs*A, badando attentamente a che le superficie *bfmo* ed *aesr* risultino piane e perpendicolari alla faccia *fe*KL. Si verifica se quest'ultima condizione è soddisfatta facendo uso di una squadra formata di due regoli disposti ad angolo retto, disponendo il vertice della squadra in un punto di *bf* o di *ae* ed un lato sulla faccia *ef*LK, ed osservando

se l'altro lato coincide per tutta la sua lunghezza lungo la faccia *bfmo* o lungo la faccia *aesr*. Disponendo dopo in una posizione opportuna il blocco, segnando sulla faccia inferiore ABC la linea che unisce *m* con *s*, e togliendo la pietra che rimane fra le quattro linee *ab*, *bo*, *or* ed *ra*, si ottiene la faccia *efns* perpendicolare alla faccia *ef*LK.

Se ora si fa saltare in iscaglie il volume di pietra L*gck*C*tuv* coll'avvertenza che la superficie *cktu* risulti piana e perpendicolare alla faccia *abkn*, se nella faccia inferiore si tira la linea *ou*, e se togliesi la pietra che cade fra le quattro linee *bc*, *cu*, *uo* ed *ob* in modo che la superficie *botk* risulti piana e perpendicolare alla faccia *ebk*K, si arriva a compire il lavoro della terza faccia *bkto*.

Procedendo analogamente riesce agevole il lavorare la faccia *chyu*, e quindi la faccia *darx*.

Non resta ora che da lavorarsi la faccia inferiore: perciò dispongasi convenientemente il blocco (*fig.* 5), e sui quattro spigoli *ar*, *bo*, *cu* e *dx* si portino quattro lunghezze eguali all'altezza che deve avere il concio; fra gli estremi α, β, γ e δ, che così si ottengono, si traccino le quattro linee $\alpha\beta$, $\beta\gamma$, $\gamma\delta$ e $\delta\alpha$, si tolga tutta la parte di pietra $\alpha\beta\gamma\delta roux$; e attentamente si osservi se un lato della squadra coincide esattamente colla faccia $\alpha\beta\gamma\delta$, quando il vertice si trova su uno dei quattro spigoli appartenenti alla stessa faccia, e l'altro lato lungo una faccia contigua.

30. **Taglio di un concio a forma di prisma** (*fig.* 6 *e* 7). — Poniamo che debbasi tagliare un concio di forma prismatica avente per base una figura data in grandezza naturale su una carta resistente o su una lastra metallica, tagliata secondo il contorno della figura stessa (*fig.* 6) ed avente per altezza una lunghezza cognita L.

Converrà scegliere un blocco di pietra greggia capace di dare un parallelepipedo rettangolo lungo AB, largo L e alto EP. Grossamente sbozzata questa pietra, lo scarpellino incomincierà dal lavorare la faccia che deve costituire il letto di posa del concio e vi traccierà un rettangolo *abhi* (*fig.* 7), i cui lati siano *ab*=AB e *bh*=L. Dopo lavorerà le due faccie piane *abqr* e *ihst* parallele fra di loro e perpendicolari alla faccia *abhi*, collocherà successivamente il cartone o la lastra metallica su dette faccie, in modo che AB venga a coincidere con *ab* e con *ih*, e traccierà i contorni *agfedcb* e *ionmlkh*. L'operaio avrà in queste linee poligonali due generatrici della superficie poliedrica costituente le faccie non ancora lavorate del concio a farsi, e può arrivare all'ultimazione del lavoro levando la pietra che rimane fra detti contorni in modo che uno dei bracci della sua squadra ben si adatti sulla faccia che eseguisce, nel mentre l'altro braccio s'appoggia esattamente sulla faccia *abcdefg*.

I cartoni o le lastre metalliche, che in grandezza naturale rappresentano le faccie dei conci, si chiamano generalmente in pratica col nome di *pannelli*, e talvolta anche con quello di *sagome*.

31. **Taglio di un concio che deve presentare qualche faccia a pelle centinata** *(fig.* 8 e 9*)*. — Poniamo, per fissare le idee, che debbasi tagliare un concio prismatico retto avente per base la figura mistilinea ABCDEF *(fig.* 8*)*, ed avente per altezza una lunghezza nota L. In questo caso la faccia a pelle centinata si ha in quella che viene a terminare colla curva ABC, ed è una superficie cilindrica avente questa curva per direttrice, ed avente per generatrice una retta che si conserva perpendicolare al piano della base.

Lo scarpellino incomincia dal prendere una pietra da cui sia possibile estrarne il prisma avente per base il poligono ACDEF, ed avente la lunghezza L per altezza; nel senso perpendicolare alla lunghezza del blocco di pietra prepara una faccia piana, e su questa dispone il pennello della faccia ABCDEF, coll'avvertenza che quel lato di detta faccia, il quale deve appartenere al letto di posa, risulti nella direzione del letto di cava della pietra; segna su questa faccia lavorata il contorno *abcdef (fig.* 9*)* che corrisponde a quello del pannello; passa a lavorare una faccia laterale, per esempio la *efml*, usando della squadra per accertarsi che si conserva perpendicolare alla faccia già lavorata, e prende su questa le due lunghezze *el* ed *fm* perpendicolari ad *ef* e lunghe L. Fatto questo, può l'operaio tracciare la retta *lm*, lavorare la faccia piana su cui deve trovarsi la seconda base del prisma, collocare il pannello su questa faccia in modo che EF coincida con *lm*, e segnare quindi il contorno *lmghik*. Le due linee poligonali *cdefa* e *iklmg* si possono ritenere come due generatrici della superficie laterale poliedrica che deve affettare il concio, la quale è facile a ottenersi per quanto si è già detto nei precedenti numeri: per lavorare poi la superficie cilindrica può lo scarpellino dividere in un egual numero di parti eguali i due archi *abc* e *ghi*, praticare alcune scanalature rettilinee, ciascuna delle quali raggiunga in profondità due punti in corrispondenza sull'uno e sull'altro arco, e far quindi saltare la pietra che rimane fra le scanalature così praticate.

32. **Taglio di una pietra con superficie curva a pelle modanata** *(fig.* 10 *e* 11*)*. — Sia a tagliarsi una pietra che deve avere per piani orizzontali di posa, superiore ed inferiore, due circoli coi loro centri sulla stessa verticale, e che vuolsi lateralmente chiusa dalla superficie generata da una curva piana ABC *(fig.* 10*)*, la quale si muove coi suoi estremi A e C su dette circonferenze e conservandosi col suo piano normale a quello delle circonferenze medesime. Per tagliare

la pietra nel modo or ora definito è necessario avere la metà DABCE della sezione passante per l'asse del corpo che vuolsi ottenere.

Scelto un blocco di pietra di forma pressochè parallelepipeda, con altezza maggiore di AF e con larghezza non minore del doppio di BG (essendo B il punto della curva generatrice che maggiormente dista dalla retta ED che unisce i centri dei due circoli di posa), si riduca perfettamente piana la sua faccia superiore *abcd* (*fig.* 11); si ottengano i quattro spigoli perpendicolari a detta faccia, si determinino lunghi come DE, e si riduca quindi piana anche la faccia inferiore facendo in modo che essa contenga i quattro punti *e*, *f*, *g* ed *h*. Scelgasi sulla faccia superiore, verso il suo mezzo, un punto *i*; si descriva la circonferenza di raggio *ik*=DA e la circonferenza di raggio *il*=GB; la retta *il* si prolunghi in *q*, e si conduca la retta *ir* intersecante in *n* ed *o* le due circonferenze descritte; si faccia andare in iscaglie la pietra che trovasi in *knrqstvu*, avvertendo che sotto i punti *l* ed *o* bisogna approfondarsi delle quantità *lm* ed *op* eguali a DG, e che la superficie deve essere quella generata dall'arco AB nel modo sopra descritto. Si levi via ancora la pietra *mpvuxy* addentrandosi della quantità *ux*=HC, e quindi si adatti in più siti la sagoma in lastra metallica della sezione DABC, per vedere se, passando D per *i* ed essendo DA secondo un raggio del settore *kin*, la curva ABC coincide colla superficie già lavorata: non coincidendo perfettamente, si faranno le opportune rettificazioni. Il metodo seguito per lavorare la porzione *knyx*, applicato tutto all'ingiro, conduce ad avere la pietra lavorata nel modo richiesto.

33. **Taglio di un concio che deve presentare qualche faccia a pelle di scultura** (*fig.* 12, 13, 14). — Sia da lavorarsi un concio compreso fra due faccie piane disuguali e parallele, di cui si hanno i pannelli in ABCDEF e GHID'E'F' (*fig.* 12); cogli spigoli che uniscono i vertici D e D', E ed E', F ed F' perpendicolare ai piani di dette faccie; colle faccie laterali passanti per le rette CD ed ID', DE e D'E', EF ed E'F' ed FA ed F'G piane; colla prima e coll'ultima di queste faccie normali alla curva ABC; e colla superficie, la quale deve essere compresa fra le due curve ABC e GHI, generata da una linea retta che si muova conservandosi normale alla curva ABC ed appoggiando alla curva GHI.

Si incominci dal fare una proiezione del concio su un piano parallelo ai piani delle due faccie ABCDEF e GHID'E'F'. Queste faccie si proietteranno in grandezza naturale, la prima in $A_1B_1C_1D_1E_1F_1$ e la seconda $G_1H_1I_1D_1E_1F_1$, come vedesi nella figura 13; segnando sull'arco $A_1B_1C_1$ diversi punti K_1, L_1, ecc.; conducendo delle rette K_1O_1, L_1P_1, ecc.,

normali all'ultimo indicato arco, si hanno le traccie sul piano di proiezione di tanti piani normali alla curva $A_1B_1C_1$ ed anche le proiezioni delle generatrici della superficie curva; riportando i punti K_1, L_1, ecc., sull'arco ABC ed i punti O_1, P_1, ecc., sull'arco GHI, si completano i pannelli in modo che, dati nelle mani dello scarpellino, sono sufficienti a poter eseguire il taglio del concio.

Converrà scegliersi un blocco di pietra di forma quasi prismatica, capace di contenere nella sua base la faccia ACDEF e di dare un concio di lunghezza eguale alla distanza che deve esistere fra le sue due faccie parallele. Resa piana una delle due basi del blocco, si adatterà su essa il pannello ABCDEF e se ne segnerà il contorno corrispondente *abcdef* (*fig.* 14); si lavorerà la faccia piana laterale *dee'd'*, ed ottenuto lo spigolo *e'd'*, si preparerà la faccia piana che deve essere parallela alla *abcdef*. Il pannello ID'E'F'G si disporrà sulla faccia così preparata in modo che il lato D'E' coincida collo spigolo *d'e'*, e si segnerà su questa faccia il contorno *d'e'f'ghi*. Le faccie piane che hanno rispettivamente le direttrici *cd* ed *id'*, *ef* ed *e'f'*, *af* e *g'f'* si lavoreranno come già venne indicato per altri casi, e la faccia curva *abcihg* si otterrà col seguente procedimento: sull'arco *abc* si segneranno i punti *k*, *l*, ecc., corrispondenti di K, L, ecc.; medesimamente sull'arco *ghi* si porteranno a posto i punti *o*, *p*, ecc., corrispondenti di O, P, ecc.; praticando collo scarpello delle intaccature rettilinee che si protendano da *k* in *o*, da *l* in *p*, ecc., e facendo poscia saltare tutta la pietra intermedia, si ottiene il concio colla superficie rigata definita più sopra; ed il lavoro sarà tanto più esatto, quanto più saranno numerosi i punti di divisione degli archi *abc* e *ghi*.

Il processo esposto sul caso particolare considerato si applica con eguale facilità per qualsivoglia superficie sghemba che può essere generata dal movimento di una linea retta, ed un semplice regolo rettilineo è il mezzo che può bastare per accertarsi se il taglio della pietra si fa con sufficiente esattezza.

34. **Avvertimenti generali sul taglio delle pietre.** — I casi esaminati, quantunque molto atti a dare un' idea dei metodi che devonsi generalmente seguire nel taglio delle pietre, non abbracciano sicuramente tutte le difficoltà che si possono presentare nella stereotomia applicata ai casi più complicati della pratica, che ci occorrerà di considerare parlando delle diverse costruzioni in particolare. Dirò intanto: come delle sagome in legno sottile o in lastra metallica, tagliate giusta i contorni convessi (*fig.* 15) o concavi (*fig.* 16) di date curve, siano un' utile guida per lavorare certe superficie o porzioni di superficie su cui si possono tracciare delle linee piane di

egual curvatura; come per lavorare delle faccie aventi una data inclinazione con faccie già lavorate occorra far uso di una *squadra falsa (fig. 17)* formata di due regoli suscettivi di essere disposti in modo da formare un' angolo qualunque acuto od ottuso; e finalmente come possano essere vantaggiose delle *false squadre con un braccio curvo (fig. 18 e 19)* allorquando sia proposto di lavorare una faccia piana che fa seguito ad una faccia curva o viceversa.

Il concio rappresentato nella figura 9' è uno di quelli che assai facilmente si possono lavorare facendo uso delle false squadre: si incominci perciò dal lavorare una delle faccie laterali, per esempio la *efml*; si disponga la falsa squadra rappresentata nella figura 17 in modo che i suoi due bracci facciano l'angolo EFA *(fig. 8)*; si appoggi un lato di questa sulla faccia *efml* perpendicolarmente allo spigolo *fm*, e si levi pietra finchè l'altro lato si adagi perfettamente sulla superficie che si sta lavorando. Una volta terminata la faccia *afmg* si può procedere al lavoro della superficie curva usando della falsa squadra rappresentata nella figura 19: si apre questa in modo che il braccio rettilineo VX formi colla tangente in V al braccio curvilineo VY un angolo eguale a quello di AF colla tangente in A all'arco ABC; si colloca il lato rettilineo sulla faccia *afmg* normalmente ad *ag*, ed il lato curvilineo è quello che serve di guida per ottenere la superficie curva domandata.

35. **Lastre di pietra.** — Le pietre impiegansi sotto forma di lastre per fare pavimenti, balconate, ripiani, gradini, soglie, coperture, ecc. Le pietre stratificate sono quelle che meglio si prestano a tali usi allorquando si tagliano a seconda del letto di cava.

Le lastre da pavimenti, dette anche *lastre comuni*, hanno generalmente spessore non eccedente i 0^m,05, e la riquadratura variabile fra 0^m,55 e 0^m,75.

La pratica, a seconda dei bisogni, assegna diverse dimensioni ai *lastroni* per balconate e per ripiani: quelli che devono avere una larghezza di 0^m,90 ed una lunghezza massima di 2^m,00, hanno ordinariamente uno spessore di 0^m,065; lo spessore di 0^m,083 si assegna ai lastroni che devono essere larghi 1^m,00 e lunghi 3^m,00; quello di 0^m,10 ai lastroni colle altre due dimensioni di 1^m,20 e di 4^m,00; e finalmente quello di 0^m,12 ai lastroni larghi da 1^m,25 a 1^m,50 e lunghi 5^m,00.

Le lastre per gradini hanno una lunghezza che dipende dalla larghezza delle rampe delle scale in cui devonsi impiegare, uno spessore variabile da 0^m,04 a 0^m,065, ed una larghezza che può essere da 0^m,25 a 0^m,35. Si dicono, *gradini comuni* quelli di grossezza non maggiore

di 0m,05, *gradini sagomati* quelli la cui grossezza eccede i 0m,05 e che presentano in fronte due sagome architettoniche, un tondino ed un listello.

Le lastre per coperture, per quanto è possibile, devono essere sottili senza dar luogo a trapelamenti d'acqua piovana, o d'acqua proveniente dallo squagliarsi delle nevi. Il lato della squadratura di queste lastre varia da paese a paese: se ne trovano di quelle piccole aventi per lato meno di 0m,30, di quelle mezzane col lato fra 0m,30 e 0m,60, di quelle grandi col lato maggiore di 0m,60.

36. **Lavoratura dei marmi.** — I marmi si tagliano colla sega liscia, ed i blocchi parallelepipedi si riducono alle forme ed alle dimensioni opportune, secondo l'uso cui sono destinati, mandando in iscaglie la pietra superflua mediante la subbia battuta a colpi di martello. Per ridurre a pelle liscia le superficie ottenute colla subbia si fa uso di scarpelli a taglio dentato chiamati *gradine*, per mezzo dei quali si tolgono le ineguaglianze a colpi di martello, facendo uso prima d'una gradina a denti grossi, quindi d'un altra a denti minuti, e togliendo finalmente le più minute asprezze con uno scarpello ordinario.

Dopo che le superficie dei marmi sono ridotte a pelle piana di sega o a pelle liscia mediante le gradine e lo scalpello, è possibile dar loro il pulimento, il quale consta di cinque distinte operazioni. La prima operazione è *l'orsatura*, che consiste nello stropicciare in lungo ed in largo, mediante una pietra arenaria detta *orso*, la superficie a pulirsi cospersa di arena fina o di polvere di pietra arenaria umettata. La seconda operazione è la *rotatura*, che si eseguisce fregando la superficie, prima con un pezzo di cote (pietra da affilare) a grana ordinaria, poi con un pezzo della stessa pietra a grana fina, e spargendo pure sulla superficie che si pulisce dell'arena o della polvere finissima di pietra arenaria. La terza operazione è la *pomiciatura*, che si effettua fregando con pietra pomice la superficie, sempre bagnata con acqua. La quarta operazione è la *piombatura*, che consiste nel far passare un pezzo di piombo sulla superficie a pulirsi, tenuta costantemente cospersa di finissimo smeriglio bagnato con acqua, o, se vuolsi procedere più economicamente, di quella poltiglia che risulta dal segare i marmi più nobili, e che gli scarpellini chiamano *spoltriglio*. Per alcuni marmi, invece della piombatura, si pratica un' operazione analoga detta *strufolonatura*, che consiste nel cospergere la superficie da pulirsi con limatura di piombo e con spoltriglio, e nel fregarla con un forbitoio, formato di stracci di tela o di vecchi pezzi di fune sfilata, e che chiamasi *strufolone*. La

quinta operazione finalmente è la *brunitura*, che si eseguisce forbendo la superficie del marmo con uno strofinaccio di tela, mentre di tratto in tratto si inumidisce con una spugna imbevuta d'acqua e si cosperge con una terra rossa, oppure con ossido di stagno, secondo che il marmo è colorato, ovvero bianco.

Prolungando le cinque operazioni indicate per quanto basta, il marmo diviene lucido, ed in generale si può ritenere che dette operazioni risultano tanto più lunghe è difficili, quanto più duro è il marmo. Il marmo si dice a mezzo pulimento quando ha ricevute le prime tre operazioni, ossia orsatura, rotatura e pomiciatura.

Talvolta si manifestano nei marmi delle tarlature e allora, appena eseguita la seconda operazione, si procede alla *stuccatura*, che consiste nell'otturare le piccole cavità con un mastice, ordinariamente di zolfo, mescolato con terre colorate adatte al colore ed alle venature naturali della pietra.

37. **Classificazione delle pietre da taglio e dei marmi relativamente alla loro durezza.** — Il modo più ovvio di classificare le pietre da taglio e che, più d'ogni altro, è alla portata anche dell'operaio più idiota, è quello che fondasi sulla loro durezza, e siccome in generale la durezza delle pietre cresce col crescere del loro peso specifico, si sogliono chiamare: *pietre tenere* quelle il cui peso specifico è minore di 2,2; *pietre mezzane* quelle che hanno il loro peso specifico compreso fra 2,2 e 2,6; e *pietre dure* quelle il cui peso specifico è maggiore di 2,6.

Un' analoga classificazione ha luogo pei marmi e si dicono: *marmi teneri* quelli il cui peso specifico è compreso fra 2,5 e 2,7; *marmi mezzani* quelli il cui peso specifico sta fra 2,7 e 2,9; *marmi duri* quelli il cui peso specifico supera 2,9.

CAPITOLO II.

Terre e sabbie.

38. **Origine delle terre e delle sabbie.** — Il disfacimente lento e secolare, che dall'aria, dall'acqua, dal gelo, dagli agenti generali, dall'uomo e dalla vegetazione venne prodotto nella primitiva corteccia rocciosa, solida e compatta del globo terrestre; il disperdimento dei primi frantumi o detriti lapidei di cui furono causa la gravità ed i corsi

Digitized by Google

impetuosi dei fiumi; i sollevamenti geologici dei sedimenti terrosi antichissimamente deposti dai grandi fiumi nei laghi e nei mari, spiegano l'origine delle *terre* che, per strati composti di particelle più o meno disgregate, si trovano alla superficie del nostro pianeta.

I più grandi detriti, che per effetto degli indicati agenti avvengono alla superficie delle masse rocciose, generalmente non si manifestano allo stato di terra fin dal principio della loro formazione. Le scheggie ed i massi, che innanzi tutto si staccano dalle vette e dalle falde dei monti, cadendo nelle valli e battendo su tutte le balze che incontrano, si riducono a scheggie ed a massi minori; e questi, travolti ben soventi da impetuosi corsi d'acqua, si logorano, si consumano, e si spezzano; ed in generale, dopo acquistata la forma di ciottoli e di ghiaie, si riducono in ammassi costituiti da sostanze composte di particelle lapidee disgregate e che prendono il nome di *sabbie*.

Le sabbie più frequenti sono quelle che provengono da roccie quarzose. Quelle che hanno origine dallo sgretolarsi di pietre argillose, o di pietre calcari, o che sono il risultamento di detriti di diversa natura, non potendo reggere all'azione di energici e continuati fregamenti nè conservarsi allo stato di particelle sciolte, per ulteriori decomposizioni si riducono totalmente od in parte allo stato di polvere e di fango, e danno luogo alle *terre argillose o forti*, *alle terre calcari* ed alle *terre sabbiose* o *sciolte*, secondochè nella chimica loro composizione vi predomina l'argilla, la calce e la sabbia in proporzione più o meno grande.

39. **Impiego delle terre nell'arte di costrurre.** — Molte sono le costruzioni che hanno per iscopo di trasformare, secondo forme e dimensioni prestabilite, una data estensione della superficie del suolo, che richiedono dei movimenti di terra e che si conducono a compimento per *sterro* o per *riporto*, secondo che esigono un abbassamento od un innalzamento della superficie del terreno in cui vengono praticate. Siffatte costruzioni si dicono *lavori in terra*, e tali sono le nuove inalveazioni di fiumi, le aperture di strade e di canali, le arginature, molte opere di fortificazione, gli scavi per stabilirvi edifizi sotterranei e per far luogo a fondazioni. — I lavori in terra, che sono assai frequenti, hanno nel maggior numero dei casi una importanza somma, e ben difficilmente si arriva a buoni risultati ed alla necessaria solidità senza attentamente studiare le qualità delle terre di cui devesi far uso ed il loro modo di comportarsi quando, in seguito a sterri, devono essere impiegate per riporti.

In quanto alle sabbie, vengono esse impiegate nell'arte di costrurre per formare le malte destinate al collegamento dei materiali

Digitized by Google

nelle masse murali, per stabilire il letto e riempire gli interstizi in molti pavimenti, e talvolta per lo stabilimento delle fondazioni.

40. **Distinzioni delle terre relativamente alle difficoltà di sterro.** — Non tutte le terre si possono romperc, tagliare e scavare con eguale facilità, e l'esecuzione di uno sterro riesce più o meno difficile secondo la maggiore o minore tenacità con cui sono collegate fra di loro le particelle terrose.

Pel passato le terre venivano distinte da costruttori in *leggiere, ordinarie, forti, tufacee* e *pantanose*. La prima denominazione si attribuiva alle terre aride per lo più rilevate dall'acqua, come sabbie ed arene che, a motivo della nessuna aderenza fra le particelle componenti, si possono muovere assai facilmente col semplice uso del badile. La seconda denominazione veniva data alle *terre vegetali* ed alle *terre sciolte* che, per la poca aderenza delle loro particelle, esigono poca fatica ad essere sterrate coll'impiego della vanga. La terza denominazione era riservata alle *terre argillose* che, presentando una considerevole durezza in istato di siccità e che aderendo tenacemente agli strumenti quando sono umide e pastose, in ogni caso presentano gravi difficoltà allo scavo; la terza denominazione veniva anche data alle terre cretose. La quarta denominazione era quella che attribuivasi ai terreni induriti, come sono i *tufi comuni* ed i *tufi lapidei* che, per essere rotti, richiedono l'uso dei picconi, dei pali, delle biette e delle mazze in ferro. La quinta denominazione finalmente era quella che davasi ai terreni acquitrinosi ed inteneriti dall'acqua.

L'indicato modo di distinguere le terre non rispondeva abbastanza bene alle esigenze delle costruzioni, era insufficiente ad esprimere le difficoltà che presentano allo sterro le diverse terre di cui il costruttore deve far uso, dava soventi luogo a contese di assai difficile scioglimento, e talvolta le stesse denominazioni applicate in un sito a materie affatto diverse producevano asserzioni generali assai disparate. Dopo che Vauban insegnò a desumere il valore di uno sterro dal numero degli uomini impiegati ad uno scavo, e dopo che Vaillant rese possibile una classificazione che comprende qualunque materia dalle terre più leggiere fino ai tufi lapidei, si abbandonarono le antiche distinzioni e si trovò opportuno di chiamare: *terra da un uomo* quella che col badile, da un solo operaio detto *spallatore* e senza preventiva smovitura, può essere levata dal posto che occupa e gettata a circa 4^{m} di distanza orizzontale o a circa 1^{m},60 di altezza; *terra da un uomo e mezzo*, quella che immediatamente non si può paleggiare col badile e che richiede mezza giornata di *smovitore* onde tenere impiegato per una giornata uno spallatore; *terra da due uomini*,

Digitized by Google

quella la cui difficoltà allo sterro è tale da essere necessario uno smovitore per ogni spallatore; *terra da due uomini e mezzo* quella che esige il lavoro di una giornata e mezza di smovitore per somministrare un giorno di lavoro ad uno spallatore; *terra da tre uomini* quella per cui occorrono due smovitori per dare lavoro continuo ad uno spallatore; e così di seguito.

41. **Determinazione della natura delle terre.** — Allorquando si ha una terra non suscettiva di essere immediatamente paleggiata col badile, se ne può determinare la natura col seguente procedimento. Scelto un terraiuolo di buona volontà e gagliardo, lo si applichi per un certo tempo a scavare di quella terra di cui vuolsi conoscere la natura; si faccia paleggiare da un secondo operaio tutta la terra smossa, e si osservi quale è il tempo che viene impiegato in questa seconda operazione. Dividendo il tempo impiegato dallo smovitore per quello speso dallo spallatore, si ottiene nel quoziente il numero degli smovitori che la terra esige per somministrare lavoro continuo allo spallatore, e, aggiungendo l'unità al quoziente così ottenuto per tener conto dello spallatore, si ottiene l'espressione numerica della natura della terra.

Siano in generale:

t il tempo o il numero dei minuti impiegati dallo smovitore nello scavare terra;

t' il tempo o il numero dei minuti impiegati dallo spallatore per paleggiare tutta la terra scavata dallo smovitore.

$\frac{t}{t'}$ sarà il numero degli smovitori necessari a somministrare lavoro continuo ad uno spallatore, e, chiamando x l'espressione numerica della natura della terra, si avrà

$$x=\frac{t}{t'}+1, \qquad (1)$$

ossia, riducendo allo stesso denominatore,

$$x=\frac{t+t'}{t'} \qquad (2)$$

Nell'applicare la formola or ora dedotta non si tiene conto di altra frazione fuorchè del mezz'uomo; e, nei casi in cui si deve conoscere la natura di una terra per stabilire il prezzo dello scavo, importa che l'operazione sopra indicata venga sorvegliata dalle due parti interessate. La scelta dello smovitore sarà lasciata a quella delle due parti cui importa che il valore di x sia piccolo; la scelta

dello spallatore invece a quella cui conviene che il valore di x sia grande. Come lo dimostrano ad evidenza le formole (1) e (2), il valore di x diminuisce col diminuire di t, e cresce col diminuire di t', cosicchè ciascuna delle parti avrà interesse a far lavorare colla massima celerità possibile l'operaio che ha scelto.

Da esperienze appositamente instituite risulta che in generale si possono considerare terre da un uomo le sabbiose o leggiere; terre da un uomo e mezzo le vegetali e le sabbiose miste di ghiaie e di ciottoli in tal quantità da formare più di 1/10 del loro volume; terre da due uomini le vegetali con ghiaie e ciottoli nella quantità sopra indicata; terra da due uomini e mezzo le terre forti, sciolte e argillose, contenenti più di 1/5 del loro volume in ghiaie e ciottoli; terre da tre uomini le terre forti frammiste a più di 1/3 di ciottoli e sassi; terre da quattro uomini i tufi teneri; e terre da cinque uomini i tufi lapidei.

42. **Coesione delle terre e aumento di volume quando vengono smosse.** — Le terre non mai smosse, quelle che da molto tempo si trovano in riposo e quelle artificialmente compresse, presentano una coesione variabile secondo la loro natura e che le rende suscettive di mantenersi in equilibrio anche sotto tagli assai profondi ed eseguiti con direzioni poco o nulla inclinate alla verticale. Tale coesione però non deve ritenersi come durevole; sotto l'azione dell'aria, dell'acqua e degli ardori solari finisce per venire meno; di tanto in tanto si manifestano degli scoscendimenti, e le sponde ottenute col primo taglio finiscono per scomparire lasciando luogo ad altre aventi inclinazione variabile secondo la natura delle terre.

L'operazione di smuovere le terre, diminuendo il contatto che esiste fra le diverse particelle e distruggendo la loro coesione, ha per effetto di produrre un aumento di volume, per cui quello della terra smossa risulta sempre maggiore di quello del cavo fatto nell'estrazione. Da ripetute osservazioni si è riconosciuto che questo aumento di volume è tanto maggiore quanto più compatte e dure sono le terre, e che per lo più non eccede 1/10 del volume primitivo.

43. **Declivio naturale delle terre.** — Il pendio che a poco a poco viene costituendosi nei tagli delle masse terrose, e quello che si manifesta nelle terre smosse ed ammucchiate chiamasi *declivio* o *scarpa naturale;* ed il valore numerico di questo pendio viene espresso dai costruttori o mediante l'angolo che esso fa coll'orizzonte, o mediante l'angolo colla verticale, o mediante il rapporto della differenza di livello di due dei suoi punti alla loro distanza orizzontale, o finalmente mediante la quantità reciproca dell'indicato rapporto.

Supponendo che siano A e B (*fig.* 20) due punti del naturale declivio AB secondo cui si dispone una data terra: chiamando

α l'angolo BAC che esso fa coll'orizzonte,

β l'angolo ABC che lo stesso declivio fa colla verticale,

p la *pendenza* o rapporto della differenza del livello fra gl' indicati punti alla loro distanza orizzontale,

s la scarpa o rapporto della distanza orizzontale AC alla differenza di livello BC,

si avranno evidentemente le seguenti relazioni fra β ed α, fra p ed α, fra s e β,

$$\beta = 90^\circ - \alpha, \qquad p = tang\alpha, \qquad s = tang\beta,$$

per cui, conoscendosi una qualunque delle quattro quantità α, β, p ed s, si potranno sempre determinare le altre tre.

Gadroy, Roudelet, Barlow e molti altri distinti costruttori instituirono delle esperienze nello scopo di determinare il declivio naturale delle terre che sono di uso più frequente nell'arte di fabbricare, e si possono ritenere come risultati medii di molte ed accurate osservazioni quelli registrati nella tavola che segue:

Indicazione delle terre	Angolo α	Angolo β	Valore di p	Valore di s
Terre sabbiose.	34° 30′	55° 30′	0,69	1,45
Terre leggiere e asciutte	39°	51°	0,81	1,23
Terre ordinarie.	45°	45°	1,00	1,00
Terre argillose asciutte	55°	35	1,43	0,70
Terre argillose umide.	31°	59°	0,60	1,66

I numeri contenuti in questa tavola potrebbero servire di guida al costruttore per assegnare alle terre il declivio conveniente all'equilibrio, indipendentemente dalle forze estrinseche: per effetto di queste però rendesi sovente necessario di assegnare ai terrapieni angoli all'orizzonte minori di quelli registrati nella seconda colonna della tavola, se pure vuolsi la conveniente stabilità. Quando poi imperiose circostanze non permettono di dare alle terre il pendio che loro conviene, importa supplirvi con opere speciali, dirette ad impedire gli avvallamenti a cui le terre naturalmente sarebbero condotte onde giungere ad avere il naturale loro declivio.

Digitized by Google

44. Effetti della penetrazione dell'acqua nelle masse terrose. — Le terre sabbiose, le terre vegetali e le terre schiette non sembrano manifestare alterazione notevole per effetto della penetrazione dell'acqua.

Le terre melmose e quelle dette saponacee diventano suscettive di colare come i liquidi, e si comportano presso a poco come questi allorquando sono sostenute da qualche costruzione speciale.

La terra argillosa, assorbendo l'umidità, aumenta di volume e agisce sulle opere speciali che tendono ad impedirne l'avvallamento, come un liquido avente lo stesso peso specifico della massa terrosa penetrata dall'umidità. Questo fatto deve essere tenuto in considerazione da quanti si trovano applicati all'esecuzione di costruzioni in terra: e conviene attentamente badare che la forte coesione presentata dalle terre argillose asciutte, secche od anche leggermente asciutte, e che il grand'angolo all'orizzonte sotto cui si reggono non sono durevoli, e che tanto quella quanto questo sono per diminuire grandemente al primo assorbimento d'umidità.

45. Classificazione delle sabbie nell'arte di fabbricare. — Dall'origine delle sabbie, quale venne indicata al numero 38, risultano ad evidenza le varietà che esse devono presentare e la necessità di distinguerle in *calcaree, silicee, argillose,* ecc., secondochè sono prodotte dai detriti di pietre calcari, di pietre silicee, di pietre argillose, ecc.

Nell'arte di costrurre, le sabbie vengono considerate sotto due aspetti indipendenti dalla loro composizione, e si ha solamente riguardo al luogo d'onde si traggono, ed alla grossezza dei grani di cui sono formate. Si chiamano *sabbie fossili* quelle che si estraggono qua e là dalle viscere della terra; *sabbie fluviatili* quelle che si trovano negli alvei dei fiumi e dei torrenti; *sabbie marittime* quelle che si rinvengono sulle spiaggie del mare. — Relativamente alla grossezza dei grani, suolsi denominare *arena* la sabbia composta di grani grossi, angolosi ed irregolari; *sabbia fina* quella che ha i grani assai piccoli; *sabbia comune* quella che ha grani di mediocre grossezza e che tramezza fra le arene e le sabbie fine.

46. Sabbie pure, criteri per riconoscerle e lavatura delle sabbie impure. — Le sabbie si dicono pure quando sono formate di grani angolosi, irregolari, totalmente sciolti, e non frammisti a materie terrose. La purezza di una sabbia si riconosce osservando se stride quando si maneggia; se non s'attacca alle mani e se non le imbratta; se gettata sopra un pannolino bianco, e quindi scossa, non vi lascia macchia; se versata in un vaso pieno d'acqua precipita

al fondo senza produrre intorbidamento; se finalmente, rimanendo per molto tempo esposta all'aria ed alle intemperie, non produce erba.

Le sabbie terrose possono somministrare sabbie pure allorquando vengono sottoposte all'operazione della lavatura. Per questa operazione è necessario costrurre una vasca parallelepipeda in muratura con fondo lastricato, larga da 2^m a 3^m, lunga da 4^m a 5^m e alta 0^m,75, eccezione fatta nel muro frontale che sarà solo alto 0^m,35. Sul fondo della vasca si distende per l'altezza di 0^m,30 uno strato della sabbia da lavarsi; sul muro più basso e fra due incanalature praticate nei muri di fianco si pone una robusta saracinesca alta circa 0^m,40; si riempie la vasca d'acqua; due o tre manovali smuovono ben bene la sabbia con marre a lungo manico; e quindi, lasciata precipitare la sabbia, levano prontamente la saracinesca per lasciar colare ad un tratto l'acqua carica di terra. Quest'operazione si ripete finchè l'acqua si mantiene limpida sotto il ribattimento delle marre, ed allora si cava la sabbia lavata e senza materie terrose.

47. **Malta di terra grassa.** — Chiamasi *malta* qualunque sostanza ridotta in pasta, la quale abbia l'essenziale proprietà di indurire, di rimanere più o meno tenacemente in aderenza coi materiali da costruzione, e di tenerli ben collegati fra di loro, in modo da formare masse solide e disposte secondo determinate condizioni di forma e di resistenza.

La terra argillosa fu la prima sostanza che si presentò all'uomo coi caratteri di una malta, e, tuttochè di virtù assai limitate, pure riuscì e trovasi ancora di qualche vantaggio nelle costruzioni rustiche, passaggiere e di breve durata.

Le malte di terra argillosa, chiamate più generalmente *malte di terra grassa*, risultano di buona qualità allorquando si preparano purgando e triturando colla mano in piccoli pezzi la terra appena scavata; togliendovi intieramente tutte le materie dure, sassose, polverose e vegetali; disponendo la terra così preparata in istrati di grossezza di circa 0^m,10 sopra un intavolato o sopra un' aia apposita; battendola senza interruzione e rivoltandola a più riprese finchè sia ridotta in pasta dura, omogenea e senza vuoti interni. Nel fare quest'operazione si può impiegare la marra da calcina, ma l'impasto risulta forse migliore impiegando la pala per rivoltarlo e dei mazzuoli del peso di 2^{kg}, manicati all'estremo di un bastone lungo circa 1^m,50 per batterlo. La quantità d'acqua da impiegarsi non deve essere più di quella strettamente necessaria a rendere facile il maneggio degli strumenti che servono a fare l'impasto.

Digitized by Google

L'impiego della terra grassa come malta deve aver luogo subito dopo l'impasto, e quando questo va differito per qualche tempo, conviene disporla in cumuli formati con piccoli strati ben battuti l'uno sull'altro in modo da non lasciare alcun vuoto nell'interno, e coprirli con paglia o con tutt'altra materia atta ad impedirne le esterne screpolature che sono furiere ed indizio dell'interno disseccamento.

La notevole diminuzione di volume e le molte screpolature che manifestano le terre argillose nel disseccarsi sono due cause che spiegano come siano improprie alla confezione di malte le terre eccessivamente argillose. Le terre contemporaneamente argillose, sabbiose e calcari sono riputate le migliori; e si è riconosciuto che per le malte da impiegarsi nella fabbricazione de' forni può convenire una terra grassa, passata allo straccio e composta presso a poco di 2/5 di terra argillosa e di 3/5 fra sabbia e terra calcare.

CAPITOLO III.

Laterizi.

ARTICOLO I.

Nozioni generali sui laterizi e terre atte alla loro fabbricazione.

48. I *laterizi* sono quei materiali da costruzione formati con terra argillosa purgata, ben impastata e ridotta, mentre è molle, in pezzi di figura e dimensioni stabilite, i quali si fanno quindi seccare ed indurire coll'esposizione all'aria ed ai raggi solari, e mediante l'azione di un fuoco intenso, regolarmente continuato per parecchi giorni in apposita fornace. I leterizi si possono fabbricare con forme assai diverse, a seconda degli usi a cui vengono destinati; i più frequenti sono quelli che s'impiegano per la costruzione delle masse murali, che presentano la forma di un parallelepipedo rettangolo e che prendono particolarmente il nome di *mattoni*.

49. **Mattoni stati impiegati nelle antiche costruzioni.** — L'origine dei mattoni rimonta alla più alta antichità: non sembra però verosimile che gli antichi costruttori abbiano avuto ricorso alle pietre artificiali prima di conoscere l'impiego delle pietre naturali, e c'è ragion di credere che siasi pensato alla formazione dei mattoni in

seguito a difficoltà di avere e di tagliare le pietre. I mattoni stati impiegati presso i Greci ed i Romani, e la maggior parte di quelli che vennero adoperati nell'Asia Minore e nell'Egitto, erano semplicemente disseccati al sole e composti di terra argillosa mescolata talvolta con un po' di paglia sminuzzata.

Nulla si può precisare sulle dimensioni dei mattoni crudi dell'antichità, giacchè Vitruvio stesso ne parla in modo da essere possibili diverse interpretazioni: sembra però che la loro forma dovesse essere quella di un parallelepipedo rettangolo a base quadrata, che se ne facessero di diverse dimensioni, e che il lato della base fosse di circa $0^m,296$ pei più piccoli. A motivo delle grandi dimensioni, questi mattoni esigevano un tempo considerevole per essere disseccati, e, una volta messi in opera, presentavano il notevole inconveniente di non poter resistere alle azioni distruggitrici delle pioggie continuate, dei geli e dei disgeli. In Europa però non si trovano traccie degli edifizi costrutti con siffatti mattoni, e sono ridotti a rovine informi tutti quelli stati costrutti in paesi meridionali.

Gli antichi popoli dell'Oriente, abili fabbricatori di vasi in terra cotta, seppero apprezzare quanto convenga la cottura ad indurire e rendere resistenti le terre argillose, e sembra che per i primi abbiano esposti i mattoni all'azione di un violento e continuato fuoco. Non si conosce l'epoca in cui i Greci cominciarono a servirsi di mattoni cotti, e presso i Romani nessun monumento anteriore al Pantheon, costrutto sotto il regno d'Augusto, porta l'impronta dell'impiego di tale materiale. A partire da questo regno, l'uso dei mattoni si fece estesissimo, ed i Romani li impiegarono nella maggior parte degli edifizi innalzati nelle diverse parti del vasto loro impero.

I mattoni cotti dei Romani avevano generalmente la forma di un parallelepipedo rettangolo a base quadrata, e se ne facevano di diverse dimensioni, ma sempre di piccolo spessore onde ottenere una facile e regolare cottura. I più grandi avevano $0^m,60$ di lato e $0^m,06$ di spessore; quelli di media dimensione presentavano $0^m,25$ di lato per $0^m,05$ di spessore; ed i più piccoli avevano il lato di $0^m,20$ collo spessore di $0^m,04$. Oltre i mattoni di forma parallelepipeda, si trovarono nelle rovine di Roma anche dei mattoni di forma prismatica a base triangolare, risultanti dal taglio dei mattoni parallelepipedi mediante un piano passante per le diagonali delle basi.

50. **Laterizi usati nelle costruzioni moderne.** — Frequentis-

simo è l'uso dei laterizi nella fabbricazione dei nostri edifizi, principalmente in quei siti in cui non si hanno pietre di buona qualità, e per quelle opere che richiedono materiali resistenti, e contemporaneamente leggieri. La fabbricazione attuale dei laterizi non dà solamente quelli a forma di mattoni per fare masse murali: essa si estende a somministrare materiali per pavimenti, per rivestimenti, per coperture, per costruzioni leggiere; a somministrare tubi per camini, per sfiatatoi e per canne da cesso, e persino a fabbricare oggetti di decorazione architettonica. Nel linguaggio pratico si chiamano *pianelle* quei laterizi che si usano per pavimenti; *tegole* quelli che si usano per coperture; *mattoni forati* o *incavati* quelli che hanno la forma di parallelepipedi, contenenti dei fori o degli incavi; *tubi di terra cotta* quelli che sono conformati a guisa di cilindri vuoti, senza basi, e che, messi l'uno sopra l'altro, vengono a formare un vero tubo; e finalmente *vasi in terra cotta per costruzioni leggiere* quegli altri foggiati a cilindri o a tronchi di coni vuoti, chiusi superiormente ed inferiormente.

51. **Terre atte a fare laterizi.** — La terra argillosa, che è la terra da impiegarsi per fare laterizi, perchè prende consistenza e produce un materiale solido insieme e leggiero, si compone di silice, d'allumina, d'acqua, di sabbia, di calce carbonata, di ossido di ferro. La silice e l'allumina sono le sostanze essenziali, le altre possono mancare una ad una, due a due, o tutte ad un tempo; la loro presenza però modifica le qualità della terra argillosa e dei laterizi che con essa si possono fabbricare.

Si può ritenere in generale che è buona per mattoni quella terra argillosa che, inumidita e rimenata fra le mani, diviene pastosa e tenace, e riceve l'impronta delle dita senza screpolare; ossia quella, per usare termini dell'arte del mattoniere, che non è nè troppo *grassa*, nè troppo *magra*. Le terre argillose troppo grasse hanno l'inconveniente di diminuire assai di volume e di screpolarsi nel diseccamento e nell'esposizione ad un calore intenso; le terre argillose troppo magre non possono acquistare la voluta consistenza. Quelle si smagriscono aggiungendo della sabbia; queste si rendono più grasse coll'aggiunta di argilla. L'esperienza è il solo mezzo sicuro che può guidare nel procacciarsi buone terre mattonacee; per modo che, occorrendo di fabbricare mattoni in un dato paese, converrà procacciarsi i campioni delle diverse terre argillose che in esso si trovano, esporle ad una cottura e rendersi conto della bontà della terra e delle modificazioni da apportarsi dietro i risultamenti così ottenuti.

Le terre mattonacee ferruginose presentano prima della cottura un color giallo biancastro, ed esposte al fuoco, passano prima al colore rosso leggiero, poi al rosso vivace, e finalmente ad un colore nero simile alla frattura della loppa. I laterizi formati con queste terre aumentano di volume fino alla mezza cottura, ed al di là di questa si restringono sempre più, si sformano e si vetrificano. Nella frattura non si vede omogeneità di colore: l'orlo è di un colore rosso bruno, mentre il centro presenta quello della loppa, il che è indizio del singolare fenomeno di maggior vetrificazione nelle particelle centrali, anzichè nelle perimetrali.

Le terre mattonacee che non contengono ossido di ferro in quantità notabile, ma carbonato di calce, esposte alla cottura, rimangono costantemente di un colore bianco sucido, e sono soggette a vetrificarsi, per essere la calce, come l'ossido di ferro, attaccati dalla silice ad una temperatura elevata. Una specie di vernice che si manifesta alla superficie della terra argillosa indica il principio della vetrificazione, la quale dall'esterno del laterizio si propaga verso le particelle centrali.

Finalmente le terre mattonacee, che sono quasi argille pure, e che non contengono nè ossido di ferro nè calce in quantità rilevante, godono del rimarchevole vantaggio di essere infusibili e di somministrare quei materiali, detti *refrattari*, generalmente biancastri, che poco si restringono sotto l'azione continuata del fuoco e che non si deformano. In Piemonte è molto stimata la terra di Castellamonte, che dà eccellenti mattoni refrattari, e che serve alla fabbricazione di oggetti per fornelli e di accreditate stuffe.

ARTICOLO II.

Fabbricazione dei laterizi.

52. **Preparazione delle terre per fare laterizi.** — Quest'operazione consiste nello scavare le terre, nel mondarle delle sostanze nocive, nell'impastarle con quelle sostanze la cui presenza concorre a dare buoni materiali e nel formare un miscuglio omogeneo e suscettivo di prendere le forme che si vogliono assegnare ai laterizi. Si reputano sostanze nocive le ghiaie, che soventi si trovano fra le terre argillose, e che, rompendosi o servendo di fondente o trasformandosi in calce viva all'atto della cottura, finirebbero per dare materiali deformati o contenenti della calce viva, la quale,

venendo ad idratarsi, aumenterebbe di volume e produrrebbe la rottura. Preparata così la terra argillosa quale venne dallo scavo, vi si aggiunge quella quantità di sabbia o di argilla che si crede necessaria, si rimesta ben bene l'impasto fino a conseguire una massa omogenea, impiegando la quantità d'acqua che occorre per ottenere una massa allo stato di pasta duttile. La quantità dell'acqua necessaria all'impasto varia secondo la qualità delle terre componenti il miscuglio: in generale però si è riconosciuto che essa non deve superare la metà del volume di dette terre.

Ad agevolare la purgazione delle terre per fare laterizi e a facilitare l'impasto torna utile di cavarle nel mese di novembre, di distenderle a strati di altezza non troppo grande, di lasciarle esposte per un'intera invernata alle pioggie, alle nevate, ai geli ed ai disgeli. Questa pratica, che generalmente non può aver luogo sulle terre destinate alla fabbricazione dei mattoni ordinari, facilita di molto la buona fabbricazione dei materiali fini, come sono i mattoni che devono porsi in paramento, le tegole, i tubi e gli oggetti di decorazione. Quando si vogliono dei materiali fini di ottima qualità conviene passare al cribro le terre che voglionsi impiegare.

53. **Fabbricazione ordinaria dei laterizi comuni, come mattoni, pianelle e tegole.** — Allorquando è fatto il miscuglio della terra argillosa, si procede alla formazione dei mattoni mediante uno *stampo* o *forma* senza fondo, e generalmente in legno. Il mattoniere, disposta una certa quantità della terra che deve impiegare sopra un tavolato nel quale si trova un'incavatura contenente dell'acqua, una certa quantità di sabbia fina ed un piano inclinato pel posamento dello stampo, insabbia quest'ultimo e lo posa sul detto piano pure insabbiato, riempie lo stampo di terra, la comprime, ne leva l'eccedente e colla mano umettata d'acqua regolarizza la superficie superiore. Fatto questo, il mattone viene deposto per piatto sulla vicina aia ben regolarizzata e cospersa di sabbia. — Soventi il tavolo da mattoniere non è così grande da potersi su esso disporre una motta di terra; allora l'operaio è costretto di abbassarsi per prendere la terra d'ogni mattone, e questo produce un perditempo che può avere qualche influenza sul risultato dell'intera giornata.

Per ottenere mattoni più regolari di quelli che vengono dati dal modo di fabbricazione or ora descritto, si fa uso di uno stampo con fondo, e si regolarizza la superficie superiore facendo scorrere sugli orli dello stampo un apposito cilindretto di legno. I mattoni così ottenuti si dicono ordinariamente *a due sabbie*.

Digitized by Google

Il metodo seguito nell'ordinaria fabbricazione dei mattoni s'applica pure per fabbricare pianelle e qualsiasi altro laterizio avente forma di parallelepipedo rettangolo.

La fabbricazione dei materiali per coperture, e principalmente delle tegole usate presso di noi, che hanno la forma di una porzione di scorza conica e che vengono comunemente chiamati *coppi*, si effettua come segue. L'operaio, munito di uno stampo metallico di piccola altezza, pone in questo la terra, che deve essere ben fina e compatta, e opera precisamente come se dovesse comporre un mattone; un garzone pone un tronco di cono in legno sotto il bordo del tavolo sul quale il mattoniere ha riempito lo stampo; il mattoniere fa scorrere lo stampo e fa venire la tegola sul tronco di cono; il garzone la porta sull'aia e ne estrae il tronco di cono per andare a prendere l'altra tegola che il mattoniere avrà già preparata.

Le stagioni più opportune per fabbricare laterizi sarebbero quelle di primavera e di autunno. Nell'estate il troppo rapido prosciugamento delle parti esteriori non potendo essere accompagnato da un corrispondente restringimento delle parti interne ove l'umidità rimane concentrata, fa sì che i leterizi si fendono all'intorno: nell'inverno i geli e l'umidità si oppongono al buon impasto ed all'essiccazione.

54. **Essiccazione dei laterizi comuni.** — I laterizi comuni si lasciano sull'aia finchè per un primo essiccamento hanno acquistata una consistenza tale da potersi trasportare senza pericolo di deformazione e di alterazione negli spigoli. L'aia deve essere al riparo dei raggi solari, principalmente nell'estate, se pure si vogliono impedire le screpolatore prodotte dall'eccessivo restringimento che subiscono le parti esterne relativamente alle parti interne, e per porre i laterizi al riparo delle intemperie estive, che potrebbero deformarli e nuovamente ridurli in pasta qualora fossero di recente fabbricazione. Negli ordinari cantieri però, in cui non si hanno aie sufficientemente estese, il meno che è possibile si lasciano i laterizi distesi su esse, e, appena si può, si dispongono i mattoni ordinari *in gambetta*, accatastandoli in modo da formare una specie di bassi muri, alternando i mattoni con fori e ricoprendoli con paglie, o con tegole, o con tavole. Se trattasi di materiali fini conviene disporli sotto apposite tettoie, badando attentamente a che non riescano troppo avvicinati e che si possa avere una libera circolazione dell'aria. La durata del secondo periodo dell'essiccazione, che ha luogo dopo che i laterizi si sono

Digitized by Google

ritirati dall'aia su cui si sono fabbricati, dipende dalla qualità delle terre, dalla grossezza dei laterizi, dalla località in cui si sono disposti e dal modo di accatastamento; in generale si può ritenere che pei mattoni questo periodo non è minore di un mese.

55. **Fabbricazione meccanica dei laterizi.** — Il metodo di fabbricazione dei mattoni, descritto al numero 53, quantunque sia quello generalmente usato, non può essere riguardato come il migliore; ed alcuni procedimenti meccanici sembrano preferibili, sia perchè accelerano l'operazione, sia perchè somministrano materiali più perfetti. Diversi sono i metodi meccanici conosciuti per la fabbricazione dei mattoni; quello più comunemente seguito si riduce a far cadere la terra argillosa, già mondata delle sostanze nocive e convenientemente corretta, in una specie di botte nella quale, mediante lame metalliche annesse ad un albero in rotazione, il tutto vien bene mescolato colla quantità d'acqua necessaria a formare una pasta omogenea e compatta. Quando l'impasto è convenientemente eseguito, la terra mattonacea sorte dall'indicata botte e passa in un cilindro dove da uno stantuffo viene costipata e costretta a sortire per appositi fori sotto forma conveniente a poterne staccare mattoni od altri laterizi, a seconda della conformazione dei fori. Con questo procedimento si hanno materiali assai più perfetti di quelli che si ottengono col metodo ordinario; la pasta riesce più compatta; contiene meno acqua, ed i laterizi immediatamente, o tutto al più in breve lasso di tempo, si trovano atti alla cottura.

I procedimenti meccanici permettono di avere materiali che con gravi spese ed anche assai difficilmente si potrebbero ottenere a mano d'uomo; rendono agevole la fabbricazione dei mattoni cavi e dei mattoni forati che, per la compattezza che presentano, sono assai resistenti, che, per la materia mancante, sono leggieri, e che tornano per conseguenza utili in quelle costruzioni in cui, senza eccessivi carichi, si vuole una considerevole solidità.

Fra le macchine che si impiegano nella fabbricazione dei laterizi vi sono anche quelle che servono alla compressione dei mattoni crudi; queste macchine sono generalmente strettoi idraulici, e l'esperienza ha dimostrato che i mattoni crudi compressi ad uno strettoio acquistano una resistenza che si avvicina a quella delle pietre più dure.

Le migliori macchine per fabbricare laterizi sono quelle dei signori Carville, Capouillet, Julienne: le prime due convengono per la fabbricazione dei laterizi su grande scala, e richiedono che si disponga di una considerevole forza motrice, di una macchina a

vapore, di una caduta d'acqua o almeno di un maneggio a cavalli; la terza, assai semplice, si maneggia da un uomo coadiuvato da un ragazzo.

56. **Fabbricazione di vasi per costruzioni leggiere e di tubi laterizi per condotti.** — L'uso di laterizi sotto forma di anfore nelle costruzioni di muri alla rinfusa e di vôlte leggiere rimonta ad epoche assai lontane; e gli avanzi del Circo di Caracalla e la cupola della rotonda di S. Vitale a Ravenna attestano l'impiego di tali materiali. In Francia è assai esteso l'uso di laterizi consimili, aventi forma di vasi cilindrici o conici, e che si fabbricano generalmente come qui sotto si indica.

L'operaio, procuratosi un impasto omogeneo e plastico di terra argillosa, ne prende quel volume che è necessario per fare un vaso, e, ridottolo a forma di palla, lo pone sulla base superiore di un tornio, che consiste essenzialmente in un ampio disco orizzontale, a cui mediante un piede può imprimere un movimento rotatorio intorno ad un asse verticale; riduce la massa di terra a forma di cilindro vuoto, appoggiato col suo fondo sul detto disco; e gli dà un'altezza che sia maggiore di quella che definitivamente deve avere il vaso in ragione di quel tanto di più che occorre per averne la base superiore. L'operaio nel fare quest'operazione bagna le mani affinchè la terra non vi aderisca, e, fatta venire la parete del vaso all'altezza necessaria, piega la parte che eccede l'altezza che deve avere il vaso, e forma la sua base superiore. Fatto questo, con una stecca di ferro a denti di sega si praticano sulla superficie convessa delle scabrosità, onde facilitare la presa coi cementi quando il materiale verrà messo in opera; con un filo di ferro si stacca il vaso dal disco su cui è disposto, e con una verga appuntata si praticano tre fori di circa $0^m,01$ di diametro, un primo nella base superiore, un secondo nella base inferiore, ed un terzo sulla superficie convessa. Nella fabbricazione di questi laterizi, l'altezza ed il diametro superiore vengono regolati dall'estremità di un'asticella orizzontale; per regolare il diametro inferiore si potrebbe far uso di un apposito risalto o di un indice praticato sulla faccia superiore del disco, ma basta generalmente la perizia dell'operaio.

I tubi in terra cotta, che si impiegano soventi nelle costruzioni per lasciare dei vani nelle masse murali, si possono fabbricare con un procedimento analogo a quello che si è or ora indicato, finchè devono avere le loro superficie o cilindriche o coniche o, più generalmente, di rivoluzione. Se devono presentare dei risalti,

torna utile l'impiego di apposite sagome per ottenerli regolarmente: e conviene generalmente modellarli a mano allorquando non sono a superficie di rivoluzione.

L'essiccazione dei vasi e dei tubi laterizi si ottiene disponendoli in ambienti tiepidi o anche sotto apposite tettoie, al riparo delle intemperie e dei venti violenti, ma in guisa che l'aria vi possa liberamente circolare.

57. **Verniciatura ai tubi laterizi.** — Quei tubi laterizi che vengono destinati a rivestire i condotti che si lasciano nelle masse murali per il passaggio di materie liquide, devono essere verniciati, se pur si vuole che non diano luogo a trapelamenti; e se ne fanno di quelli verniciati dentro e fuori, e di quelli verniciati solo esternamente.

La vernice si compone di silicato d'allumina e di piombo, a cui l'ossido di piombo dà un grado di fusibilità superiore a quello della terra da verniciarsi. L'applicazione delle vernici si fa soventi immergendo i tubi seccati all'aria in un liquido che tiene in sospensione argilla finissima di cui essi si coprono, e sulla quale, ancora umida, s'isperge del litargirio ridotto a polviscolo. Talvolta le sostanze che devono comporre la vernice si riducono in forma di pasta assai densa coll'intermedio d'acqua, e la pasta così ottenuta si frega sulla superficie da inverniciarsi. I terraglieri adoperano in diverse proporzioni le sostanze con cui fanno le vernici; talora prendono due parti di argilla e tre di litargirio; talvolta tre o quattro parti di argilla su sette di litargirio. Soventi invece di litargirio si mette solfuro di piombo, che, per la presenza del silicato di allumina e sotto l'azione del fuoco, si converte in litargirio, il quale si vetrifica, mentre il solfo si disperde allo stato di acido solforoso. Un miscuglio di 100 parti di borato di soda, di 50 parti di feldispato e di 50 parti d'argilla può anche servire come vernice; ed è mediante l'aggiunta di qualche ossido metallico che si arriva ad avere delle vernici con colori speciali; coll'ossido di antimonio si colora in giallo, coll'ossido di ferro in rosso, coll'ossido di manganese in bruno od in nero, ecc.

58. **Cottura dei laterizi.** — Quando i laterizi hanno raggiunto il conveniente grado di essiccamento all'aria, conviene procedere alla loro cottura, giacchè quasi mai si impiegano crudi nelle moderne costruzioni. La cottura dei laterizi è un'operazione piuttosto difficile, richiede molta cura per essere condotta, e può essere effettuata, sia all'aperta, sia in fornaci, la cui costruzione varia secondo la natura del combustibile che si impiega. In generale, qualunque sia

Digitized by Google

il sistema di cottura, si può ritenere che il fuoco, da principio moderato onde cacciare lentamente dai materiali l'umidità rinchiusa, deve gradatamente crescere senza rallentamento ed interruzione, fino a portare i laterizi a quel grado di cottura che è valevole a dar loro la voluta resistenza senza deformarli, screpolarli e contorcerli. Se si incominciasse l'operazione della cottura dei laterizi con un fuoco intenso, avverrebbe una contrazione ed un indurimento troppo rapido alla superficie esterna, e l'acqua interna, sprigionandosi rapidamente allo stato di vapore, caccierebbe le molecole che trova al suo passaggio, producendo vuoti, contorcimenti, sfaldature e deformazioni.

Avviene generalmente che i laterizi da mettersi in una data fornace non sono tutti mattoni, e quasi sempre si devono contemporaneamente esporre a cottura mattoni, pianelle, tegole, tubi ed altri materiali. In generale si deve ritenere che i materiali più grossi e che richiedono maggior calore vanno posti in quella parte della fornace in cui si verifica il calore più intenso; che i materiali sottili e facili a prendere il giusto grado di cottura vanno collocati dove il calore è meno intenso.

59. **Cottura dei laterizi all'aperta.** — La cottura all'aperta si fa quasi esclusivamente pei mattoni, preparandosi una superficie ben unita, tale che l'acqua non si possa fermare nè stabilire delle correnti in tempo di pioggia, e tracciandovi sopra un rettangolo di grandezza proporzionata al numero dei laterizi.

Così preparata la superficie su cui devesi elevare la catasta, si incomincia la carica mettendo i mattoni colla loro dimensione media verticale, e si impiegano per la formazione dei primi strati, principalmente per le pareti dei focolari, dei mattoni ben cotti, perchè altrimenti potrebbero deformarsi per l'eccessivo calore o schiacciarsi sotto il peso che devono sopportare. Alla parte centrale della catasta si lascia un condotto per tutta la lunghezza, col quale vengono a comunicare altri condotti trasversali, stendentisi su tutta la larghezza e dividenti la superficie in liste rettangolari capaci di contenere sette grossezze di mattone le due estreme, ed alternativamente cinque e quindici grossezze di mattone le altre intermedie, essendo il numero delle prime maggiore di un'unità di quello delle seconde. Sulle striscie estreme e su quelle larghe quindici grossezze si incomincia dal porre due strati di mattoni in modo che si tocchino quasi per le loro estremità, ma che si trovino lateralmente tanto lontani da essere i pieni eguali ai vuoti per formare dei canaletti i quali vengono riempiti di pezzi di car-

Digitized by Google

bon fossile della grossezza di 0m,03 a 0m,04. Sulle strisce larghe cinque grossezze di mattone si lasciano i condotti trasversali, la cui larghezza deve andare diminuendo di strato in strato in modo da trovarsi completamente chiusi col quinto. Questi condotti sono destinati a servire di focolare, e si ha cura di riempirli di legna ben secca, coperta di pezzi di carbon fossile, prima di mettere il quinto strato.

Si pone il fuoco nei focolari appena compiuto il posamento del sesto strato, su questo si mette carbon fossile minuto, eccezione fatta sui luoghi che sovrastano ai focolari; si distende un nuovo strato di mattoni e sopra si pone carbon fossile, e così si procede a strati alternati di mattoni e carbon fossile finchè sia terminata la catasta, che generalmente si compone di ventiquattro strati di mattoni, e che in alcuni casi venne fino portata a 6m,50 di altezza. Talvolta si mette il carbon fossile ad ogni tre corsi di mattoni e per uno strato alto circa 15 millimetri. I mattoni dei diversi corsi superiori al secondo si mettono vicinissimi, ma non però di tanto che arrivino a toccarsi. Per facilitare l'operazione di mettere il fuoco, e per ottenere un conveniente tiraggio, si lasciano due o tre fori verticali sopra ciascun focolare. I mattoni di circuito del quinto, del settimo e anche di qualche altro strato si dispongono in modo che le loro faccie esteriori facciano un certo angolo orizzontale sulle faccie della catasta, e si riempiono gli spazi che così risultano mediante carbone nello scopo di rendere per quanto si può la temperatura al perimetro eguale a quella dell'interno. Per non soffocare il fuoco si ha l'avvertenza di collocare gli strati superiori al sesto soltanto a misura che il fuoco penetra nella massa, e per impedire lo sperdimento di calore e per renderlo per quanto è possibile uniforme per tutta la massa incandescente, si incrosta il perimetro con terra stemprata e mescolata con paglia triturata.

La figura 21 mostra l'elevazione di una parte di catasta, e le figure 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 e 30 presentano le disposizioni da darsi ai mattoni nei primi nove corsi.

Il procedimento di cottura di cui abbiamo discorso si può convenientemente applicare per cuocere da 50000 a 300000 mattoni.

Anche colla torba si possono alimentare delle fornaci all'aperta. Si forma la catasta di mattoni come sopra venne indicato, ma coi focolari più larghi e cogli strati di torba ad ogni tre corsi di mattoni alti da 6 a 8 centimetri.

60. **Fornaci per la cottura dei laterizi.** — Cinque sono i tipi

Digitized by Google

principali a cui si possono ridurre tutte le foruaci a laterizi: quelle che solo lateralmente sono circondate da opere murali; quelle che sono circondate da muri e coperte da un vôlto avente delle aperture o un camino per la sortita dei prodotti della combustione; quelle a due scompartimenti e che per conseguenza figurano come due fornaci, poste l'una al disopra dell'altra; quelle che sono circondate da muri laterali, coperte a vôlta, che hanno il focolare ad un estremo della loro maggior lunghezza ed il camino all'altro estremo, per modo che la fiamma prodotta dal combustibile rimane piegata; e finalmente quelle, ancora coperte a vôlta, che diremo *a regresso di calore*, in cui i prodotti della combustione, attraversata la massa sottoposta a cottura, sono costretti a rivolgersi all'ingiù per portarsi al camino passando per bocche poste quasi al livello dei focolari. — L'intenso calore che deve verificarsi nell'interno di una fornace per portare i laterizi a cottura, è una potente azione che tende a rovesciare esternamente i muri perimetrali; e per opporsi a questo rovesciamento importa o che detti muri siano molto grossi, o che siano rinforzati con archi di contrasto, o che siano convenientemente cerchiati.

Fornaci solo lateralmente circondate da muri. — Nella figura 31 si ha la rappresentazione di una fornace a legna mediante la metà di due sezioni orizzontali fatte, l'una a fiore di terra e l'altra al disopra delle bocche da fuoco, mediante mezza elevazione e mediante mezzo spaccato secondo un piano verticale passante per i mezzi del muro che contiene le indicate bocche e del muro opposto. Dalla citata figura si vede che le fornaci a legna sono generalmente edifizi a base quadrata o rettangolare, contorniati da quattro muri A,B,C e D, talvolta verticali e ben soventi a scarpa, e quasi sempre posti in parte sotto terra nell'intento di impedire il troppo disperdimento di calore. Quattro pilastri che sorgono agli angoli degli indicati muri sostengono un tetto piramidale T, il quale serve a coprire l'intero edifizio. Ad uno dei quattro muri non è addossata la terra, ed in tale condizione deve sempre trovarsi il muro A in cui sono praticate le bocche da fuoco *b*, e contro cui esiste generalmente una tettoia *t* per il riparo dei fornaciai.

Si caricano queste fornaci incominciando dal disporre dei mattoni di costa in corrispondenza dei pieni che esistono fra le bocche da fuoco e attorno ai muri laterali, e facendoli avanzare l'uno sull'altro in modo da formare delle specie di vôlte, le quali siano quasi come altrettante prosecuzioni degli archi che contorniano le diverse bocche. Dopo si fanno diversi strati sempre con mattoni posti di costa

l'uno a fianco dell'altro, con un giusto intervallo e convenientemente incrocciati, affinchè il calore vi penetri e li involga da ogni parte. In tre dei muri perimetrali esistono i tre spazi *s*, che sono aperti durante il caricamento della fornace e che si chiudono con soli muriccioli appena questo è terminato. Prima di accendere il fuoco nella fornace si distende sull'ultimo corso di laterizi uno strato di argilla alto da $0^m,1$ o $0^m,15$, onde impedire che il calore venga a disperdersi superiormente, ed onde poter moderare a piacimento il tiraggio lasciandovi più o meno aperture.

Quaudo vuolsi impiegare per combustibile la torba, o la lignite, o il carbon fossile, è necessario munire i focolari di graticole. Le bocche da fuoco sono talvolta praticate in un solo dei muri della fornace, talvolta su due muri paralleli e, in quest'ultima ipotesi, vien data nella figura 32 la rappresentazione di una fornace mediante una mezza sezione orizzontale alle imposte degli archi delle bocche da fuoco, mediante una mezza sezione sopra queste ultime, mediante una mezza elevazione e mediante un mezzo spaccato prodotto da un piano verticale dividente per mezzo la fornace, e normale alla direzione dei focolari. Le bocche da fuoco A sono arcuate, le graticole *g* si trovano disposte presso a poco al livello delle imposte degli archi, e delle robuste porte in ferraccio servono a chiudere le dette bocche. I muri *m*, corrispondenti ai pieni che si trovano fra le bocche da fuoco e che servono di sostegno alle graticole, non che il muro di mezzo *n*, il quale separa i focolari posti da una parte da quelli posti dall'altra, si elevano di qualche poco al disopra del livello delle graticole e servono di sostegno all'intera carica. Una tettoia è generalmente addossata a ciascuno dei muri che contengono le bocche da fuoco.

I materiali si portano nella fornace passando per le aperture B che si murano durante la cottura; si dispongono i primi strati di mattoni in modo da coprire ciascun focolare con una specie di vôlta, ed in tutto si procede analogamente a quanto venne detto per le fornaci a legna. Si trova conveniente la pratica di elevare al disopra dei muri *m* ed *n* delle specie di muri formati coi mattoni stessi da cuocersi disposti colla minima dimensione verticale: per tal disposizione l'intera fornace resta come divisa in tante piccole fornaci eguali in numero a quello dei focolari.

Le fornaci che abbiamo descritte possono ricevere dimensioni tali da essere capaci di contenere fino 400000 mattoni, e servono principalmente per la cottura dei laterizi ordinari. L'operazione della cottura si conduce a compimento incominciando dall'accendere

un fuoco moderato per 24 ore, aumentandolo successivamente e gradatamente per altre 36 ore, ed attivandolo in seguito con tutta l'intensità fino alla perfetta cottura, la quale viene giudicata assai bene dai pratici a seconda dell'argilla e dei combustibili impiegati. Cessato il fuoco, si murano o si chiudono colle apposite porte le bocche della fornace, si lascia raffreddare e si procede allo scaricamento dopo un lasso di tempo che può variare da cinque a venti giorni, secondo la più o men grande quantità di materiali.

Trattandosi di stabilire fornaci che non devono funzionare a lungo, può risultare di grave dispendio la fabbricazione dei muri laterali e la costruzione della copertura. In simili casi basta di costrurre un zoccolo, nel quale esistano tutte le parti che trovansi al disotto della retta XY nel sistema di fornaci di cui si è data un' idea colla figura 32, e di accatastare su questo i laterizi come quando si ha una fornace circondata da muri. Per impedire il troppo disperdimento di calore, o si incrosta tutta la superficie della catasta con terra, stemprata o mista a paglia tritata, lasciando dei fori alla parte superiore per rendere possibile il tiraggio, o si fa un' incamiciata tutto all' ingiro della catasta, mediante mattoni posti di piatto e formanti come dei muri perimetrali, che si restringono a misura che vanno elevandosi. Per fare detta incamiciata si adoperano i mattoni stessi da cuocersi, i quali, dopo l'impiego di due o di tre volte, finiscono per avere un giusto grado di cottura.

Si costruiscono anche delle fornaci che ammettono la forma generale di quelle rappresentate nelle figure 31 e 32, ma in cui i focolari sono coperti da vôlte traforate sostenute da piedritti eretti fra i diversi focolari, e su cui si caricano direttamente i materiali da sottoporsi a cottura. L'esperienza dimostra come non siano vantaggiose le indicate vôlte nelle grandi fornaci destinate alla cottura di mattoni: in breve tempo finiscono per guastarsi e quindi aumentano notevolmente le spese per riparazioni.

Fornaci circondate da muri e coperte da un vôlto avente delle aperture o un camino centrale per la sortita dei prodotti della combustione. — Queste fornaci tornano vantaggiose per la cottura di tutti i laterizi, e principalmente per quelli sottili, come sono i tubi ed i vasi per costruzioni leggiere; esse sono a sezione quadrata o rettangolare; sono circondate da terra su alcuni lati o sono totalmente scoperte; le bocche da fuoco sono disposte su un sol muro o su due muri paralleli, ed il loro numero varia colle dimensioni dell'edifizio.

La figura 33 rappresenta una fornace interrata su tre lati, me-

Digitized by Google

diante la metà della proiezione orizzontale, la metà della sezione prodotta da un piano orizzontale condotto attraverso lo spazio in cui si collocano i laterizi, la metà dell'elevazione e la metà della sezione data da un piano parallelo al muro che contiene le bocche da fuoco. Per stabilire una tale fornace si scava nel terreno un fosso avente da 6ᵐ a 7ᵐ,50 di lunghezza, da 3ᵐ a 4ᵐ,50 di larghezza e da 4ᵐ a 5ᵐ di profondità; si circonda questo fosso con muri dello spessore di circa 0ᵐ,75 formati con mattoni crudi e terra argillosa; si costruisce su detti muri una vôlta munita di due o più ranghi di fori che servono come di altrettanti piccoli camini; si scava ancora il suolo dell'edifizio per una lunghezza di 2ᵐ a 3ᵐ,50 e per un'altezza di 0ᵐ,60; e finalmente si stabiliscono delle graticole *g*, in numero più o men grande secondo l'ampiezza del forno, e precedute da aperture A alte circa 2ᵐ al disopra del livello delle graticole medesime, affinchè possano quelle servire al caricamento e scaricamento della fornace.

I materiali si dispongono nella descritta fornace analogamente a quanto si pratica per quelle che trovansi solamente circondate da muri: al disopra della graticola, e per quelle parti per cui e possibile, si praticano dei vôlti coi mattoni stessi lasciati spergere l'uno sull'altro, e le porte che servono al caricamento ed allo scaricamento si otturano nella parte superiore con mattoni ed argilla prima di accendere il fuoco.

Una fornace costrutta colle dimensioni sopra stabilite può contenere circa 25000 mattoni.

Nella figura 34 si dà un quarto della proiezione orizzontale, un quarto della sezione prodotta da un piano orizzontale condotto attraverso lo spazio in cui si collocano i laterizi, la metà dell'elevazione e la metà dello spaccato che si ottiene col piano mediano parallelo ai due muri in cui si trovano le bocche da fuoco in una fornace non interrata, con vôlta e camino nel mezzo. I focolari A, muniti di graticola, sono coperti ciascuno da una serie di vôlte in mattoni reffrettari, fra cui si trovano delle fessure per il passaggio del calore; la vôlta V coprente la capacità in cui si pongono i leterizi è a padiglione, ed ha quattro aperture *a* che si tengono chiuse durante la cottura e che si aprono dopo questa onde accelerare il raffreddamento; il camino, a sezione circolare, è rappresentato in C; e le porte per lo scarico e per il discarico dei materiali si trovano in P al livello del suolo costituito dall'estrados delle piccole vôlte coprenti i focolari. Dette porte si chiudono con muriccioli durante il tempo della cottura.

Una fornace dell'ultimo indicato tipo, avente la capacità interna a sezione quadrata di 4^m,00 di lato, coll'altezza di 3^m,40 fra il suo suolo e l'imposta della vôlta, con sei bocche da fuoco larghe ciascuna 1^m e occupanti coi vôlti che le ricoprono un zoccolo alto 1^m,60, può contenere circa 20000 mattoni.

Il tempo necessario a cuocere i mattoni nelle fornaci coperte a vôlta è di poco minore di quello che richiedesi nelle fornaci solo circondate da muri. Per la cottura di materiali sottili, come tubi e vasi per costruzioni leggiere, questo tempo risulta notevolmente diminuito, e bastano soventi da 18 a 24 ore. Il combustibile da impiegarsi può essere o legna, o torba, o lignite, o carbon fossile, e quando si fa uso del primo si possono anche lasciare le graticole.

Le vôlte sui focolari si ommettono soventi nelle fornaci che devono servire alla cottura di soli mattoni: i materiali stessi, come già venne notato più sopra, si possono disporre in modo da lasciare in corrispondenza delle bocche i vani necessari all'accendimento del combustibile.

Fornaci a due scompartimenti. — Queste fornaci economizzano assai bene il combustibile, e nella figura 35 si ha, in via dimostrativa, un quarto di pianta, la mezza elevazione, un quarto di sezione orizzontale a circa metà altezza dello scompartimento superiore ed un mezzo spaccato in uno di tali edifizi. Il corpo della fornace è costituito da due capacità C e C′ contenute fra grosse muraglie ed esistenti l'una al disopra dell'altra. La sezione orizzontale in un sito qualunque di una delle indicate capacità suol essere un quadrato, e talvolta anche una superficie chiusa da quattro archi, costituenti un quadrato colle loro corde. Lo spaccato prodotto da un piano verticale passante pei punti di mezzo di due lati opposti di una sezione orizzontale è una linea mista ABDEFG, composta delle parti verticali AB, DE ed FG, e delle due curve BD ed EF che generalmente si formano con due archi circolari raccordati. Al fondo di ognuna delle due indicate capacità vi sono i cenerari H ed H′, muniti di grata in ferro su cui si abbrucia il combustibile fatto passare per le bocche *b* e *b′*. Alla sommità della capacità o scompartimento superiore vi ha un foro parallelepipedo non molto largo che serve per dare passaggio ai prodotti della combustione. Facendo passare i laterizi per le aperture *k* ed *l* si carica lo scompartimento inferiore; facendoli passare per le altre aperture *k′* ed *l′* si carica lo scompartimento superiore. I primi mattoni che si pongono, tanto nell'uno quanto nell'altro dei due scompartimenti, appoggiano direttamente su vôlti forati *v* e *v′*, e tutti quelli che li seguono vengono

disposti presso a poco come nelle altre fornaci, e coll'avvertenza di lasciare vuoti maggiori verso le pareti, affinchè il calore si possa uniformemente propagare in tutta la massa. Caricata la fornace, è necessario murare l'apertura *k*, collocare una piastra di ghisa innanzi al focolare *b'*, e chiudere con doppi muriccioli ciascuna delle due aperture *l* e *l'*. Le bocche da fuoco *b* e *b'* devono essere munite di registri, sia per regolare la forza della corrente d'aria e l'attività della combustione, sia per chiudere la bocca di uno dei due focolari quando esiste il fuoco nell'altro. L'apertura *a* del cenerario inferiore deve pur essere munita di un registro che permetta di aprirla più o meno, o di chiuderla totalmente a seconda dei bisogni. — Il fuoco si accende prima nel focolare inferiore e vi si mantiene finchè siano portati a giusta cottura i laterizi dello scomparto C. Dopo si chiudono le aperture *a* e *b*, e si fa fuoco nel focolare superiore per quel tempo e con quell'intensità che è necessaria per completare l'imperfetta cottura, a cui già trovansi portati i materiali dello scomparto C' per effetto del calore che li involse durante l'accensione del fuoco nel focolare inferiore.

Fornaci a fiamma piegata. — Fra i forni da laterizi, il cui lavoro assicurasi assai economico, e che tornano utili per la cottura di mattoni, di pianelle, di tegole e di tubi, si può citare quello rappresentato nella figura 36 mediante una sezione orizzontale fatta appena al disopra del pavimento e mediante uno spaccato verticale secondo la linea mediana di maggior lunghezza. Esso componesi di una vasta capacità A, entro la quale si collocano i laterizi, contorniata de grossi muri, coperta a vôlta ed avente quasi sempre il suo pavimento costituito da un masso murale vuoto affinchè risulti cattivo conduttore del calore. B è il focolare munito della graticola *g* e del cenerario C; D è il camino che dà sortita ai prodotti della combustione; E è la bocca da fuoco ed *s* una porta a saracinesca, il cui innalzamento ed abbassamento si suol generalmente rendere agevole mediante una catena fermata per un estremo alla saracinesca, avvolgentesi su due puleggie e portante all'altro estremo un contrapeso. Un'apertura F praticata nella faccia della fornace che è opposta al focolare serve all'introduzione ed all'estrazione dei materiali, e questa apertura vien chiusa da un muricciolo nel periodo della cottura. Un muro verticale e traforato *m* separa la capacità A dal focolare B: i fori lasciano passare la fiamma nel corpo della fornace, ed i pieni servono a far sì che la fiamma si divida e che invada regolarmente la massa esposta a cottura. I materiali devono essere disposti in modo da sentire l'azione del

calore in tutto il loro ambito e, per quanto si può, iu modo uniforme: quelli che esigono un fuoco intenso per essere portati alla perfetta cottura, devono essere disposti in vicinanza del muro *m*, e man mano devono venire gli altri finchè si arriva ai più sottili che devono essere in prossimità del camino. Per cuocere mattoni in siffatti forni sono necessarie da 48 a 52 ore.

Talvolta l'apertura F trovasi praticata in un muro laterale; e soventi nella sommità del vôlto trovasi un' apertura che si tien chiusa durante l'operazione della cottura e che si apre quando si vuol sfornare. L'aria calda che sorte dall'indicata apertura, raccolta in apposito ambiente sovrastante alla fornace, potrebbe toruare utilissima per la prima essiccazione dei laterizi sottili, come sono tubi ed i vasi per costruzioni leggiere.

Fornaci a regresso di calore. — Nella figura 37 si ha la rappresentazione di una fornace cilindrica avente 4^m di diametro interno e $4^m,60$ di altezza sotto il vôlto; circondata da muri dello spessore di $0^m,70$; munita di camino che innalzasi verticalmente in corrispondenza del mezzo della vôlta, coll'altezza di 6^m, col diametro interno di 1^m alla sua base inferiore, e di $0^m,50$ alla sua base superiore. I focolari sono in numero di quattro, indicati nella figura colla lettera *f*, e ciascuno è munito di graticola e di cenerario. Il combustibile che suolsi impiegare per questa fornace è il coke o il carbon fossile. I prodotti della combustione, sortendo dai focolari, penetrano direttamente nel forno e vengono dopo aspirati pei condotti *b* aventi la sezione rettangolare di $0^m,15$ per $0^m,20$ colla loro origine in *c*, e che in R vanno a riunirsi nel camino. — Il caricamento di questa fornace si fa per una porta praticata nella sua parete e che chiudesi con un muricciolo nel tempo della cottura. Il numero dei mattoni che può contenere un forno delle date dimensioni è di circa 24000.

61. **Mattoni combustibili.** — Questi mattoni si fabbricano con un impasto composto di 80^{cg} di terra e di 16^{cg} di detriti di carbone di legna, di coke o di torba carbonizzata; l'acqua pura necessaria ad eseguire l'impasto è rimpiazzata da una dissoluzione di 800^g d'allume e di 200^g di nitrato di soda.

I mattoni combustibili servono alla cottura dei mattoni ordinari, disponendo quelli per letti di 4000 a 5000 e alternandoli con questi. Un mattone combustibile basta per cuocere quattro mattoni ordinari, ed in una fornace contenente 20000 mattoni si conduce a compimento l'operazione della cottura come segue: sulla graticola si pongono dei minuti combustibili e si accendono per

seccare i materiali; si fa prendere fuoco al primo strato di mattoni combustibili, il quale accende a poco a poco i quattro strati degli stessi mattoni che gli stanno sopra; i mattoni ordinari che vengono dopo sentono prima lentamente e poi fortemente l'azione del calore; il secondo letto di mattoni combustibili si accende, ed il calore prodotto serve a terminare la cottura. Quando il primo rango di mattoni combustibili è acceso, si chiudono i focolari ed i cenerari, in guisa però che l'aria arrivi in quantità sufficiente per la combustione di tutti i mattoni combustibili. Chiuso il forno, non è più necessaria la presenza di alcun operaio. Con questo procedimento, assai ingegnoso ed economico, si possono cuocere 20000 mattoni nello spazio di tempo compreso fra quarantotto e sessanta ore.

ARTICOLO III.

Laterizi cotti, loro qualità e loro dimensioni.

62. **Qualità dei laterizi relativamente al loro grado di cottura** — I laterizi che si ricavano da una medesima fornata non hanno tutti il giusto grado di cottura, e riescono di qualità diversa secondo la loro posizione nella fornace. Generalmente risultano eccessivamente cotti e quasi vetrificati quelli posti in vicinanza dei focolari, malcotti quelli delle parti perimetrali, e ben cotti quelli delle parti centrali.

In pratica si distinguono i mattoni in *ferrioli*, *forti*, *mezzanelli* ed *albasi*. I mattoni *forti* sono quelli che hanno ricevuto un grado di cottura il quale oltrepassa di poco la giusta misura; i *mezzanelli* sono quelli cotti a giusto grado; i *ferrioli* quelli che, per essere troppo cotti, sono semi-vetrificati, d'un color bigio-ferreo e quasi sempre deformati; gli *albasi* quelli che sono rimasti al disotto della necessaria cottura e che sono facili a sfarinarsi.

Il peso specifico dei laterizi dipende dalle qualità delle terre, dal processo di fabbricazione e dal grado di cottura; pei mattoni ordinari si può ritenere che esso varii fra 1,20 e 2,20.

In ordine a bontà vengono prima i mattoni mezzanelli e poi i mattoni forti, e queste due specie di mattoni si possono ritenere di buona qualità, quando danno un suono chiaro e acuto, una frattura di grana fina, compatta e priva di particelle calcari, e quando, immersi nell'acqua ne assorbono moderatamente senza cangiare di colore e senza sfaldarsi e rammollirsi. — I mattoni fer-

rioli, per la loro fragilità, non possono sopportare grandi pressioni, non fanno buona presa colle malte e si possono soltanto impiegare con vantaggio in quei siti dove si richiede maggior resistenza allo strisciamento, anzichè allo schiacciamento. — I mattoni detti albasi, a motivo della poca cottura, risultano friabili, assorbono molta acqua, non resistono al gelo, e quindi non si possono impiegare che in opere di poca importanza, al riparo delle intemperie e sotto piccole pressioni.

Le pianelle, dovendosi impiegare per resistere al fregamento, devono aver ricevuto un grado di cottura non inferiore a quello dei mattoni forti, ma tale da non verificarsi in esse delle deformazioni e dei contorcimenti. Lo stesso dicasi delle tegole che devono risultare impermeabili alle acque piovane.

63. **Mezzi comuni per ottenere mattoni leggieri.** — I mattoni forati, i mattoni cavi ed i vasi laterizi, di cui si è fatto cenno al numero 50, non sono i soli materiali leggieri impiegati nell'arte del costruttore. Gli antichi ottenevano dei mattoni leggieri mescolando della paglia triturata alla terra argillosa; ed una cosa analoga, viene anche praticata al giorno d'oggi mescolando alla terra mattonacea o paglia triturata, o segatura di legno, o pulla di frumento e di riso, o polvere di carbone, la qual ultima, oltre di far guadagnare in leggierezza, ha il vantaggio di produrre una cottura uniforme nei mattoni e di utilizzare la polvere minuta di carbone, la quale in nessun altro modo si saprebbe impiegare. Questo procedimento viene da qualche tempo applicato presso Torino nelle fornaci privilegiate del signor Marcello Chinaglia, il quale ha anche vantaggiosamente sostituita la polvere di carbone all'impiego della sabbia nella fabbricazione dei mattoni ordinari. — Vitruvio fa cenno di una specie di mattoni crudi che trovavansi a Pitane, città dell'Asia, a Calento ed a Massilna città della Spagna, i quali presentavano una densità specifica minore di quella dell'acqua. Si vuole che nel Medio Evo si fabbricassero siffatti mattoni galleggianti e che siasi fatto uso di tali materiali nel costrurre la gran cupola di Santa Sofia a Costantinopoli.

In Toscana si è trovato, non è molto, una terra chiamata *farina fossile*, e Fabbroni, facendo un mescuglio con 2/3 di detta terra e con 1/3 di argilla, ha ottenuto dei mattoni specificamente più leggieri dell'acqua, che fanno buonissima presa colle malte, che resistono alle intemperie, che sono inalterabili a qualsiasi intenso calore in modo da potersi utilmente impiegare nella costruzione dei forni, e talmente coibenti da essere possibile tenere in mano per una

Digitized by Google

estremità un mattone che abbia l'altra rossa e rovente. Anche in Francia nel dipartimento dell' Ardeche si è trovato un minerale analogo alla farina fossile di Toscana con cui si fabbricano mattoni leggieri, saldi e refrattari come quelli di Fabbroni.

64. **Dimensioni dei principali laterizi.** — I mattoni, come venne detto al numero 48, hanno la forma di parallelepipedi rettangoli, ed in quanto alle loro dimensioni variano da un paese all'altro e da una fornace all'altra. In Torino si hanno: i mattoni detti del *campione* colle dimensioni di 0m,256, 0m,128 e 0m,064; i *mattoni comuni* coi tre spigoli di 0m,24, 0m,12 e 0m,06; i *mattonetti* aventi generalmente le dimensioni massima e minima come i mattoni ordinari e la dimensione media di 0m,08. Da taluni si chiamano anche mattonetti dei mattoni con tutte le dimensioni più piccole di quelle dei mattoni ordinari, con 0m,22 di lunghezza, 0m,11 di larghezza e 0m,04 di grossezza.

Le pianelle sono parallelepipedi a base quadrata o a base rettangolare; le prime hanno generalmente 0m,17 di lato e 0m,021 di spessore, e talvolta 0m,257 di lato e 0m,032 di spessore; le seconde hanno generalmente le loro tre dimensioni di 0m,24, di 0m,15 e di 0m,015.

Le tegole, quali si usano in Torino, hanno la forma di scorza conica e si fanno generalmente colle seguenti dimensioni: massima larghezza esterna 0m,204; minima larghezza esterna 0m,144: lunghezza 0m,428; massima saetta interna 0m,064; minima saetta interna 0m,043; spessore 0m,022.

I laterizi a guisa di vasi vuoti, quali si usano generalmente in Francia, hanno forme e dimensioni assai diverse: fra i cilindrici si possono indicare: quelli che hanno l'altezza di 0m,325 ed il diametro di 0m,136; quelli alti 0m,272 col diametro di 0m,136; quelli alti 0m,245 col diametro di 0m,136.

I tubi di terra cotta hanno generalmente la lunghezza di 0m,43, e si può dire che il loro diametro varia da 0m,36 a 0m,12.

I numeri indicati non si devono ritenere come assoluti, e si può soltanto dire che essi rappresentano in via di approssimazione le dimensioni dei principali laterizi che vengono impiegati nelle ordinarie costruzioni.

Digitized by Google

CAPITOLO IV.

Calcine.

65. **Calce e suo impiego nell'arte di fabbricare** — La calce pura, sostanza di colore biancastro, alcalina, caustica ed infusibile alle temperature più elevate dei nostri forni, è un protossido di calcio. La *calcina* che viene impiegata nelle costruzioni e che si ottiene esponendo le pietre calcari ad elevata temperatura in apposite fornaci, non è calce pura: dacchè le pietre calcari, composte essenzialmente di acido carbonico e di calce, contengono quasi sempre delle sostanze straniere, il carbonato di magnesia, la silice, il silicato d'allumina, il sesquiossido ed il protossido di ferro, il sesquiossido ed il protossido di manganese, l'acqua, parecchie materie organiche e, con proporzioni variabili ma non ragguardevoli, gli ossidi basici i più gagliardi, la soda e la potassa.

La calcina, ridotta in pasta, mescolata colla sabbia e messa a contatto delle pietre e dei laterizi nella costruzione dei muri, col disseccarsi gode della proprietà di indurire e di rimanere tenacemente aderente ai materiali che involve; ed è per questa ragguardevole proprietà che essa viene impiegata nell'arte di fabbricare, come potente mezzo per tenere ben collegati i corpi che si adoperano nella composizione delle masse murali.

ARTICOLO I.

Fabbricazione della calcina.

66. **Oggetto della calcinazione delle pietre calcari e avvertenze riflettenti a tale operazione.** — La calcinazione o, come dicesi ben di sovente, la cottura delle pietre da calce ha per iscopo di scomporre i carbonati calcari col mezzo del calore, levandone l'acqua di cristallizzazione e cacciandone l'acido carbonico per ottenere una sostanza capace di reagire coll'acqua, coll'aria e coi materiali con cui trovasi in contatto. La calcinazione riduce a magnesia caustica il carbonato di magnesia, e converte

Digitized by Google

in sesquiossidi i protossidi di ferro e di manganese. Le materie organiche, che si trovano soventi nelle pietre calcari, sono per lo più di indole analoga ai bitumi; la loro presenza viene accusata dall'odore che le pietre tramandano quando sono riscaldate, e scompaiono durante l'operazione della calcinazione.

In seguito di numerose osservazioni e di accurate esperienze risultò: che i carbonati di calce esposti al calore rosso-scuro, non si scompongono e che è necessario il calore rosso-vivo affinchè avvenga questo fatto; che la temperatura necessaria per conseguire buona calcina dipende dalla composizione delle pietre che si adoperano; che i carbonati di calce fortemente riscaldati in uno spazio circoscritto, e da cui l'acido carbonico non si possa liberamente estricare, si scompongono solamente finchè detto spazio sia riempito d'acido carbonico, e che dopo resistono al calore senza ulteriormente scomporsi; che un'atmosfera di acido carbonico che circonda il carbonato di calce ne impedisce la scomposizione; e che invece una corrente di vapore acquoso, condotta sopra i carbonati calcari esposti all'azione del calore, è un mezzo efficacissimo per accelerare la calcinazione.

La calcinazione delle pietre calcari, che si fa qualche volta all'aperta, viene generalmente eseguita in apposite fornaci, che variano secondo i luoghi, secondo la natura dei combustibili e secondo la maggiore o minore ricerca delle calcine per costruzioni.

67. **Calcinazione delle pietre calcari all'aperta.** — La calcinazione delle pietre calcari all'aperta è generalmente usata nei paesi in cui si ha a buon mercato il carbon fossile. Quest'operazione si conduce a compimento ammucchiando la pietra calcare, ridotta in pezzi piuttosto piccoli, in rasa campagna; disponendola a strati alternati con carbon fossile; ricoprendo la catasta di zolle; e lasciando uno spiraglio alla sommità per il passaggio dei prodotti della combustione. L'accensione del fuoco ha principio in canali che si lasciano al piede della catasta, che si estendono per tutta la sua larghezza, e che, nell'atto dell'accatastamento, s'ebbe l'avvertenza di riempire con fascine di legno secco, cosperse di piccoli pezzi di carbon fossile.

68. **Fornaci per la calcinazione delle pietre calcari.** — Le fornaci a calce sono di due principali sistemi; quelle *a fuoco intermittente* nelle quali si carica la pietra calcare, si cuoce, si lascia raffreddare e si scarica per poi incominciare un'altra fornata; quelle *a fuoco continuo* in cui senza interruzione si mette combustibile e pietra, e nelle quali è continuato il lavoro dell'estrazione

della calcina. Le fornaci a fuoco continuo sono di due tipi: quelle in cui il combustibile viene disposto per strati alternati con pietra calcare; e quelle in cui il combustibile viene consumato in focolari laterali foggiati in guisa da mandare le fiamme ed il calore sulla pietra che vuolsi calcinare.

Le fornaci a fuoco intermittente tornano vantaggiose in quei siti in cui, a motivo del tenue consumo di calcina, non è economico l'intraprendere la costruzione di dispendiosi apparecchi; quelle a fuoco continuo invece, allorquando sono ben costrutte, si prestano ad un abbondantissima produzione di calcina, e quindi il loro stabilimento torna generalmente vantaggioso in vicinanza dei centri di numerosa popolazione e dove si devono elevare numerose e grandi costruzioni. Sì le une poi, che le altre devono essere coperte da apposite tettoie e soddisfare a cinque requisiti: essere durevoli; non soggette a frequenti riparazioni; comode per disimpegnare i lavori che si richiedono nell'industria della produzione della calcina, economiche nel consumo di combustibile; utili per la produzione di calcina col giusto grado di cottura.

Nei numeri che immediatamente seguono si farà cenno delle fornaci a calce il cui impiego è assai frequente, e si incomincierà dalle più rudimentali per venire fino a quelle di costruzione più perfetta.

69. **Fornaci a fuoco intermittente.** — *Piccole fornaci scavate nel terreno.* — La figura 38 dà una sezione orizzontale ed uno spaccato longitudinale di uno dei forni a calce della forma più semplice, quali sono quelli che si hanno, praticando una fossa nel terreno, per lo più nel pendìo stesso della collina da cui si estraggone le pietre calcari; costruendo nella parte più bassa di detta fossa un muro trasversale M nel quale si lascia la bocca da fuoco *b*; e rinforzandone le pareti con un rivestimento a secco. La sezione orizzontale di queste fornaci è per lo più ovale colla lunghezza di circa 5^m, colla larghezza massima di 1^m,50, e colla bocca larga 0^m,80: l'altezza difficilmente eccede 2^m,30.— Il caricamento degli indicati forni si fa disponendo le pietre più grosse presso la bocca, formando una specie di vôlta che copre tutto il suolo della fossa e talmente alta da potervi sottoporre il combustibile destinato a produrre la calcinazione; e mettendo altre pietre al disopra della vôlta, coll'avvertenza di porre le più piccole negli strati supremi. La linea AB rappresenta la sezione nel mezzo dell'intrados del vôlto.

Il combustibile che conviene adoperare è la legna, e principal-

mente le fascine ancora verdi di quercia e di castagno: il fuoco si mantiene fino alla perfetta cottura, la quale si stima raggiunta allorquando si vede elevarsi alla sommità della fornace un cono di fiamma viva, scevra di fumo e di vapore, ed allorquando nella massa incandescente si può immergere una barra di ferro colla facilità stessa con cui si immerge in un mucchio di calcina.

Fornaci ad asse verticale ed a sezione circolare. — Più stabili delle fornaci precedentemente descritte, ed in pari tempo più atte a produrre calcina, sono quelle che soventi si costruiscono nel pendio delle colline da cui si estraggono le pietre calcari, e che hanno il loro vano a forma di solido di rivoluzione con asse verticale, colla sezione orizzontale massima a circa metà della loro altezza, e restringentisi più in alto che in basso. La figura 39 rappresenta una di queste fornaci mediante lo spaccato meridiano passante per il mezzo della sua bocca, mediante un quarto della sua proiezione orizzontale e mediante un quarto dello spaccato fatto a circa metà della sua altezza. Le pareti vengono in generale costrutte coll'impiego economico della stessa pietra da calce, la quale si lavora opportunamente in modo che, senza far uso di cementi, si possa ottenere una costruzione abbastanza solida. L'apertura superiore *a* serve all'introduzione del materiale a cuocersi, ed un'ampia apertura *b* praticata nella parte inferiore serve all'introduzione del combustibile ed all'estrazione della calcina.

Nel fare il caricamento della pietra calcare bisogna lasciare fra il pavimento del forno e le prime pietre, che voglionsi sottoporre a cottura, uno spazio sufficiente all'accensione e all'alimentazione del fuoco. Perciò si incomincia dal costrurre colle pietre più grosse una specie di rozza vôlta a bacino, la cui sezione all'intrados viene rappresentata nella curva ABC, e sulla quale si completa la carica coll'avvertenza di far decrescere la grossezza dei pezzi a misura che si procede verso l'alto, e di collocare i pezzi più grossi verso la parte centrale dove il calore risulta sempre più intenso. Conviene di mettere fra le pietre dei pezzi di legno che abbruciando lasciano dei vuoti i quali servono a distribuire uniformemente il calore; ma bisogna evitare di mettere questi pezzi presso la parete opposta alla bocca da fuoco dove naturalmente viene portata la fiamma. Generalmente si eleva un piccolo cumulo di frantumi di pietra calcare al di sopra della sezione superiore della fornace, e dopo, accatastata la legna sotto il vôlto, si accende il fuoco, procurando che il riscaldamento risulti gradatamente condotto nella massa a calcinarsi, affinchè non succeda in essa un cambiamento rapido

di volume, il quale potrebbe essere causa di scompaginamento in tutte le sue parti e persino di rovina di tutta la carica. Il fuoco si mantiene fino a raggiungere il giusto grado di cottura, e 24 ore dopo il suo incominciamento bisogna avere l'avvertenza di mettere dell'acqua in una cavità che generalmente trovasi davanti al focolare e di mantenerla ripiena fino all'estinzione del fuoco. Quest'acqua, per effetto del calore raggiante dal focolare, produce un vapore acquoso di cui se ne impregna l'aria che entra nella fornace, il quale venendo così a contatto delle pietre calcari componenti il vôlto, toglie almeno in parte l'eccesso di cottura che esse subirebbero nel tempo che richiedesi per scacciare l'acido carbonico dalle pietre componenti gli strati superiori.

In alcuni siti il tipo di fornace di cui si è fatto cenno si trova modificato, e si dà alla capacità dell'apparecchio la forma cilindrica. Questa disposizione però non è conveniente, e la troppa larghezza dell'apertura superiore è totalmente contraria al concentramento di calore e quindi all'economia di combustibile.

Le dimensioni delle fornaci ad asse verticale ed a sezione orizzontale circolare sono variabilissime; difficilmente però se ne trovano di quelle coll'altezza, col diametro massimo, col diametro superiore e col diametro inferiore eccedenti rispettivamente di 6ᵐ, 4ᵐ, 1ᵐ,80 e 3ᵐ.

Fornaci isolate. — I forni a calce, di cui si è fin qui tenuto discorso, economici, sia per la piccola spesa che richiedono nel primitivo loro impianto, sia per la facilità con cui si conduce a termine l'operazione del caricamento della pietra, presentano i gravi inconvenienti di essere con facilità soggetti a dissestarsi nelle loro pareti costituite da pietre non cementate, di richiedere frequenti riparazioni, e di riuscire sempre difficili a scaldarsi pel contatto delle terre a cui trovansi aderenti. A togliere questi inconvenienti si sono immaginati dei forni isolati (qual è quello rappresentato nella figura 40 mediante un quarto della proiezione orizzontale, un quarto della sezione orizzontale all'altezza della sezione massima, mezza elevazione e mezzo spaccato meridiano) contenuti in una robusta massa murale M composta di materiali ben cementati; circondati internamente da un inviluppo I formato di mattoni refrattari; ed aventi la forma di solidi di rivoluzione ad asse verticale, colla sezione più alta piuttosto ristretta, e colla sezione inferiore munita di graticola *g*, del sottostante cenerario cilindrico *c*, e dell'apposita apertura per l'introduzione del combustibile e per l'estrazione delle ceneri. La disposizione delle pietre

a calcinarsi si fa in queste fornaci come in quelle a sezione circolare, di cui si è già tenuto parola, e, atteso l'esistenza della graticola, si possono bruciare non solo la legna, ma anche la torba ed i combustibili fossili.

Fornaci a due scompartimenti. — Nell'intento di utilizzare parte del calore che si disperde per la bocca superiore delle fornaci foggiate come quelle che sonosi descritte, vi è chi saviamente propose di costrurre dei forni a calce, aventi superiormente uno scompartimento coperto a vôlta nella cui sommità siavi uno spiraglio per dare passaggio ai prodotti della combustione, e munito di una porta per l'introduzione della pietra calcare e dei materiali a pro dei quali vuolsi utilizzare il calore che altrimenti si disperderebbe nell'aria.

Petot ha costrutto all'arsenale di Brest un forno a due scompartimenti, ed in ambedue si calcina vantaggiosamente la pietra calcare. La figura 41 rappresenta in via dimostrativa una fornace del sistema Petot, la quale consiste in un vano costituito da due parti C e C′ insistenti l'una sull'altra, e contenuto fra robusta muratura composta di buoni materiali e opportunamente disposti, in modo da esservi internamente una scorza in materie refrattarie. La forma di ciascuno dei due scompartimenti è quella di un solido di rivoluzione ad asse verticale comune, e la loro sezione di maggiore larghezza si trova presso a poco ad 1/3 della rispettiva altezza. Lo scomparto inferiore è munito di graticola *g* e del sottostante cenerario *c*; e tanto l'apertura *b* per cui si mette il combustibile, come la *b′* del cenerario si possono chiudere mediante apposite porte in lastra di ferro. Dove lo scompartimento inferiore si unisce al superiore si verifica un restringimento, ed in questo si trova una bocca da fuoco *b″*, esistente col suo asse in un piano meridiano perpendicolare a quello in cui si trova l'asse della bocca inferiore, piuttosto ampia, giacchè per essa si deve passare nel fare il carico e lo scarico della fornace. Lo scomparto superiore è notevolmente più piccolo di quello inferiore, e la bocca suprema, per cui hanno passaggio i prodotti della combustione, è piuttosto ristretta, ma tale però che si possa comodamente lavorare nell'infornare la pietra a cuocersi.

Nelle fornaci a due scompartimenti possono convenire le seguenti dimensioni: per lo scompartimento inferiore, 2m,55 il diametro della sezione più bassa, 3m,55 il diametro massimo, 2m,24 il diametro superiore e 4m,80 l'altezza, compresa quella del cenerario che è di 0m,50; per lo scompartimento superiore, 2m,30

il diametro inferiore, 2^{m},46 il diametro massimo, 1^{m},00 il diametro della bocca superiore e 4^{m},30 l'altezza.

L'operazione del caricamento si compie prima nello scompartimento inferiore e poscia nel superiore. Quest'operazione si incomincia, per ciascun scompartimento, con pezzi di pietra calcare della grossezza di circa 0^{m},20, e disposti a vôlta sopra ciascuno dei due focolari. Sopra queste vôlte, passando per l'apertura del focolare superiore e per la bocca suprema della fornace, si ammucchiano i pezzi di calcare che voglionsi calcinare, ed in tutto si procede come già venne detto più sopra parlando delle fornaci ad asse verticale ed a sezione circolare. Compiuto il caricamento del forno, si chiude con un muro l'apertura del focolare superiore lasciandovi solo un foro che si apre per esaminare, quando occorre, i progressi del fuoco all'entrata dello scompartimento superiore. Il combustibile che meglio si adatta alla fornace di cui si discorre è la legna spaccata o la legna in fascine.

L'accendimento del fuoco si incomincia nel focolare inferiore e si mantiene finchè, dietro assaggi fatti per l'apertura lasciata nel muro che chiude il focolare superiore, si trovano verificati gli indizi indicanti la cottura della pietra. Prima di aprire la detta apertura bisogna ermeticamente chiudere il cenerario ed il focolare inferiore, senza di che, l'aria calda e la fiamma uscendo dall'apertura, sarebbe impossibile di avvicinarvisi. Dopo 24 ore di fuoco è indispensabile di mettere acqua in una vasca *v* che trovasi innanzi al focolare, e questo, come più sopra venne notato, per impedire un eccesso di calcinazione nelle pietre che si trovano esposte al calore più intenso. Ottenuta la calcinazione della pietra calcare situata nello scompartimento inferiore, si chiudono tutte le sue porte, si atterra il muro costrutto alla bocca del focolare superiore, si riempie questo di legna, si accende il fuoco, si mantiene fino ad avere il giusto grado di cottura nella pietra dello scompartimento superiore, quindi si chiudono ben bene tutti gli orifizi, e dodici ore dopo si incomincia a sfornare.

Fornaci in cui la pietra calcare si alterna con strati di combustibile. — Queste fornaci, che esigono combustibili minuti come il carbone vegetale, la torba, il litantrace magro, il coke, le antraciti ridotte a frantumi, hanno generalmente la forma di un tronco di cono colla base maggiore in alto e sovrastante ad una parte cilindrica, in cui si trova l'apertura per la quale passa l'aria necessaria alla combustione e per la quale ha luogo l'estrazione della calcina.

Digitized by Google

Il caricamento di queste fornaci si fa incominciando dal porre un mucchio di legna nella parte inferiore e sovr' esso uno strato orizzontale del combustibile che vuolsi impiegare a strati alternati colla pietra calcare. Sul combustibile così disposto si pone uno strato della pietra a calcinarsi, poi nuovamente combustibile, poi pietra, e così si procede finchè sia riempita tutta la cavità del forno, avendo l'avvertenza che vi rimangano degli interstizi fra i diversi pezzi dei materiali così collocati. Fatto il caricamento, si dà il fuoco alla legna posta nella parte infima: la combustione procede lentamente dal basso verso l'alto, ed a poco a poco invade tutta la massa esposta a cottura, che si giudica raggiunta quando il combustibile, messo in giusta dose, è tutto consumato. L'estrazione della calcina si fa per l'apertura inferiore, dalla quale sorte impura per mescolanza di cenери, che grandemente abbondano se i combustibili sono ricchi di materie terrose, e specialmente se sono facili a scorificarsi.

70. **Fornaci a fuoco continuo.** — Moltissime sono le forme che vennero assegnate alle fornaci a fuoco continuo, e verranno qui indicati i principali tipi.

Fornaci a forma di coni tronchi rovesciati. — I forni a fuoco continuo della forma più semplice, di cui si ha la proiezione orizzontale ed uno spaccato mediano nella figura 42, presentano internamente una capacità C a forma di tronco di cono retto colla base minore in basso, attraversata da una graticola *g* in ferro, sotto cui esiste una parte cilindrica *c*, destinata a ricevere i prodotti che somministra la fornace, ed aperta nella parte anteriore onde poter operare l'estrazione della calcina. La capacità della fornace si trova in una grossa massa murale, ed è internamente costrutta con una camicia I di mattoni refrattari.

Nella fornace descritta si incomincia il lavoro ponendo sulla graticola uno strato di pietra calcare, lasciando in esso degli spaziosi spiragli, coprendolo di combustibile ed accendendo quest'ultimo mediante un fuoco a legna fatto nello spazio che rimane sotto la graticola. Dopo si mette uno strato di pietra calcare dell'altezza di $0^m,16$ a $0^m,22$; su questo si getta un secondo strato di combustibile, poi si mette nuovamente pietra, e così si continua finchè si arriva alla bocca superiore del forno, avvertendo di non collocare dei nuovi strati se non che a misura che il fuoco si eleva nella massa in calcinazione. Quando lo strato di pietra che trovasi direttamente sopra la graticola ha subita la giusta cottura, si procede alla sua estrazione facendola passare mediante appositi ordigni in ferro pei

vani della graticola medesima, e, di mano in mano che la massa incandescente si abbassa, si va aggiungendo combustibile e pietra alla parte superiore. Per avere una cottura perfetta è necessario che le pietre esposte all'azione del fuoco non siano troppo grosse, e l'esperienza dimostra che per avere una calcinazione facile e uniforme conviene spaccare la pietra in pezzi di grossezza compresa da 0m,05 a 0m,07.

Le fornaci a fuoco continuo del tipo or ora indicato richiedono non troppo grave spesa nel primitivo loro impianto, e per conseguenza sono forse quelle maggiormente in uso. Le loro dimensioni possono variare assai, ma in generale non se ne costruiscono di quelle aventi rispettivamente il diametro minimo, il diametro massimo e l'altezza minori di 1m, di 2m e di 3m.

Fornaci a grandi dimensioni con forma di coni tronchi rovesciati. — La figura 43 dà lo spaccato meridiano e la mezza sezione orizzontale al livello del pavimento di una fornace, con disposizione analoga a quella di Tournay, in cui al livello della base inferiore si trovano all'ingiro otto bocche *b*, munite di porte in ferro per poterle chiudere, e che servono all'estrazione della calcina. Un corridoio coperto a vôlta permette di andare dall'una all'altra di queste bocche, ed un solido tronco di cono T, costrutto in materia refrattaria, colla base maggiore in basso e colla base minore sormontata da un segmento sferico, serve a dirigere la pietra calcinata verso le otto bocche.

Il caricamento di questo forno si fa come già venne detto parlando del primo tipo di forni continui. Le sue dimensioni poi sono piuttosto considerevoli: il diametro dell'apertura superiore è di 6m, il diametro della base inferiore di 3m,30, l'altezza totale della capacità interna di 10m,80, e di 2m,10 il diametro maggiore del solido conico posto nel mezzo.

La forma di tronco di cono colla base maggiore in alto, che noi vediamo assegnata a molti forni a fuoco continuo, non è certamente quella che corrisponde al più utile impiego del combustibile, giacchè, come è facile il comprendere, una gran parte del calore si disperde sortendo per l'ampia apertura superiore. La condizione dell'economia di combustibile vien meglio realizzata nei forni che hanno forma cilindrica, o ovoidale più o meno allungata, o conica colla base maggiore in basso. Queste forme vengono di preferenza assegnate a quelle fornaci delle quali si riferiscono qui sotto i principali tipi, in cui si abbruciano combustibili a lunga fiamma in focolari laterali, ed in cui le fiamme che da questi focolari

vengono ad invadere la pietra a calcinarsi sono sufficienti a determinare lo sprigionamento dell'acido carbonico dai carbonati di calce.

Forni sistema Chanard — Questi forni, di cui vien data una rappresentazione nella figura 44 mediante due sezioni orizzontali, una passante pei focolari e l'altra al livello del terreno, e mediante due spaccati mediani prodotti da piani verticali perpendicolari, consistono in edifizi a base rettangolare, che si elevano per poco più di 1/5 della loro altezza sotto forma di parallelepipedi rettangoli, per poscia trasformarsi a foggia di tronchi di piramide. Tali edifizi sono in muratura e nel loro asse trovasi praticata una cavità C, la cui sezione orizzontale è ovoidale coll'asse maggiore parallelo al lato più lungo della base. Detta sezione varia di grandezza in modo da restringersi a partire da circa 1/5 dell'altezza dell'interna cavità, conservando però costante l'asse minore e riducendosi quasi a forma circolare alla sommità, e quasi a forma rettangolare in basso. In una delle faccie di minor lunghezza dell'edifizio trovansi le bocche *b* di due focolari *f* che hanno il loro pavimento al livello della massima sezione della capacità C, che essi circondano, e colla quale comunicano mediante feritoie piuttosto ristrette ed alte poco meno di 1/10 dell'altezza intera della fornace. I detti focolari non sono in comunicazione, ma trovansi separati anteriormente da un muro M corrispondente al piano che esiste fra le due bocche e posteriormente da una semplice parete *m*. I combustibili si posano su graticole *g* costituite da più archi in mattoni refrattari posti a piccola distanza l'uno dall'altro al livello inferiore delle dette feritoie, e le ceneri vengono raccolte nel sottostante cenerario *c*. I focolari e l'intiera capacità della fornace sono internamente rivestiti da una camicia in mattoni refrattari e si lascia generalmente fra questa e la muratura ordinaria uno spazio I che si riempie di ceneri o di altre sostanze coibenti, destinate al doppio scopo di scemare la dispersione del calore e di impedire che il dilatarsi della parete interna che sente l'azione diretta del fuoco, si faccia sensibile al rimanente dell'edifizio. Dalla parte opposta a quella in cui si trovano le bocche dei focolari, vi è una grande apertura A coperta da una vôlta conica, col suo pavimento al livello del fondo della cavità della fornace, e per cui si arriva al sito dal quale si fa l'estrazione della calcina. Levando alcune spranghe di una specie di graticola *h*, attraversanti la parte conica del vano della fornace e disposte a poca distanza dal suo fondo, si fa cadere su questo la pietra già calcinata e se ne fa l'estrazione mediante appositi ordigni in ferro.

Per operare il caricamento dei forni di cui stiamo ragionando si incomincia dal riempire con pietra calcare lo spazio che rimane fra la graticola mobile ed il livello inferiore delle feritoie; dopo si accende il fuoco sul fondo della fornace, si porta a cottura la pietra posta nella parte B, si accende e si attiva il fuoco nei focolari e si riempie tutto il forno di pietra calcare. Nell'operare il riempimento non si deve gettare la pietra dall'alto e bisogna calarla con apposite casse o ceste che giunte al basso si vuotino. Di mano in mano che viene fatta l'estrazione della calcina per la parte inferiore della fornace si aggiunge nuova pietra alla parte superiore, e così il lavoro resta continuato.

Nei dintorni di Mans venne costrutto un forno a calce sistema Chanard colle seguenti principali dimensioni: diametri della sezione fatta nel vano del forno al livello inferiore delle feritoie 1^{m},40 e 0^{m},90; diametri della sezione suprema 1^{m},00 e 0^{m},90; altezza totale 6^{m},40; altezza della capacità posta sotto il livello del pavimento dei focolari 1^{m},20; altezza delle feritoie 0^{m},65.

Fornaci sistema Simoneau. — La cavità di una di queste fornaci presenta la forma di un clissoide di rivoluzione, troncato alle sue due estremità, in modo da essere il diametro della sezione infima minore del 1/3 di quello della sezione superiore: la figura 45 ne dà la rappresentazione con mezza proiezione orizzontale, con mezza sezione orizzontale passante pei focolari, con mezza elevazione e con mezzo spaccato meridiano trasportato sull'asse di un focolare. Corrispondentemente alla sezione inferiore vi ha una graticola *a*; al suo livello trovasi la soglia di un apertura *b* munita d'una porta a registro in lamiera di ferro o in ghisa; ed al disotto esiste una cavità cilindrica *c* che costituisce un cenerario, di cui in seguito si vedrà lo scopo. Una grande escavazione coperta a vôlta conduce direttamente all'apertura ed al cenerario indicati, e permette di operare l'estrazione della calcina. Partendo dalla sezione inferiore della fornace, si trovano a circa 1/4 dell'intiera altezza quattro condotti *d*, paralleli, simmetricamente posti rimpetto all'asse dell'elessoide, normali alla direzione della grande escavazione, e destinati a portare nel forno le fiamme prodotte dai combustibili che si abbruciano sopra graticole *g* poste a circa metà della loro lunghezza. Sotto ciascuna di queste graticole esiste il corrispondente cenerario *e*, e le bocche, tanto dei condotti o focolari, quanto dei cenerari, sono munite di apposite porte in lamiera di ferro o in ghisa per regolare la corrente d'aria. Il forno è rivestito internamente e nei focolari di una scorza I in mattoni refrattari; presenta esternamente

la forma di una torre a tronco di cono; è rinforzato con cerchiature in ferro; è addossato ad un pendio alla sommità del quale lavorano gli operai destinati a caricare la pietra da calcinarsi; ed è coronato di un parapetto in muratura nella sua base superiore. Due terrapieni T, poco alti, colle loro faccie inclinate parallele alla scarpa del gran pendio e coperti superiormente da tettoie *t*, si elevano uno da una parte e l'altro dall'altra della fornace, ed è su essi che lavorano gli operai incaricati di mantenere e di dirigere il fuoco nei quattro focolari.

Questo forno può essere messo in azione, sia con combustibili che bruciano con fiamma lunga, sia con quelli che ardono lentamente e senza fiamma. I combustibili con fiamma lunga si bruciano nei quattro focolari laterali ed il lavoro delle calcinazioni si conduce presso a poco come nei forni sistema Chanard. I combustibili che consumano lentamente e senza fiamma si dispongono a strati alternati colla pietra calcare, e le ceneri, nell'operazione di estrarre la calcina, si fanno passare per la graticola inferiore nel sottostante cenerario.

A Régneville esiste uno di questi forni, e le principali dimensioni dell'interna capacità sono: il diametro alla sezione inferiore è di 0^{m},80; il diametro massimo di 4^{m},40; il diametro alla sezione superiore di 3^{m},00; l'altezza 11^{m},80.

Fornaci Rudersdorf. — La figura 46, mediante una sezione orizzontale al livello dei focolari e mediante uno spaccato prodotto da un piano verticale passante per il mezzo di un focolare e per l'asse dell'edifizio, dà la rappresentazione di un forno del tipo di quello che per la prima volta venne stabilito a Rudersdorf presso Berlino. Questo forno consiste in una cavità formata da due tronchi di cono A e B a basi circolari, colla base maggiore comune, e contenuta in un masso murale avente la forma di un parallelepipedo regolare a base esagonale. Il tronco di cono superiore ha il diametro infimo di 2^{m},50, il supremo di 1^{m},90 e l'altezza di 12^{m}. Il tronco di cono inferiore ha il suo diametro alla base infima di 1^{m},40, ed ha l'altezza di 2^{m},20. In ciascuno dei muri, che contengono la cavità di cui si è tenuto parola, si trovano alternativamente disposte tre bocche da fuoco *b* e tre aperture *a* per l'estrazione della calcina. I focolari che fanno seguito alle bocche da fuoco sono coperti da un vôlto in mattoni refrattari, sotto cui si fa il fuoco collocando il combustibile su una graticola *g* formata da due lastre traforate in terra cotta. L'apertura esterna dei focolari è munita di porte in ferro, ed una specie di canale *c*, aperto sotto dette aperture e

che va fin sotto la graticola, è destinato a fornire la corrente di aria che alimenta la combustione. Uno spazio *d* sottostante a ciascuna graticola serve di cenerario; questo spazio ha un'apertura *e* posta verticalmente sotto il detto canale e sotto l'apertura del rispettivo focolare, e munita di una porta che si apre solamente quando si devono estrarre le ceneri. I condotti per cui si estrae la calcina hanno il loro pavimento inclinato dal centro del forno verso l'esterno, e le loro bocche sono munite di apposite porte in ferro che, eccezion fatta del momento dell'estrazione, devono sempre essere chiuse e stuccate con terra argillosa. Nello scopo di rendere agli operai meno penoso il lavoro di estrarre la pietra calcinata, si è costrutto, al dinanzi di ciascuno dei condotti di cui è parola, una specie di camino verticale *f* che serve a determinare una corrente ascendente d'aria. — La capacità interna della fornace è circondata da un rivestimento *h* di mattoni refrattari per l'altezza di 7^{m},80 sopra il suo maggior diametro; per la rimanente altezza il rivestimento è in mattoni ordinari e si estende esso in modo da circondare il rivestimento refrattario. Questi rivestimenti poi sono separati dal massiccio della costruzione per uno spazio anulare *i*, ripieno di sostanze non conduttrici del calore. L'edifizio che si è descritto trovasi ancora circondato da un muro che dà all'intiera costruzione la forma di un tronco di piramide regolare a base esagonale; e lo spazio che rimane fra questo muro ed il masso in cui trovasi la cavità della fornace è diviso in quattro piani: l'uno al livello delle aperture da cui si estrae la pietra calcinata, l'altro all'altezza che è necessaria per chi lavora presso i focolari, e finalmente due altri pel deposito dei combustibili.

Il caricamento di questo forno risulta assai comodo quando esiste un terrapieno che mette alla sua base superiore, e su cui si può passare mediante carretti a mano o mediante piccoli vagoni stabiliti su rotaie. Quando si vuol incominciare il lavoro si deve mettere pietra calcare nel cono inferiore B, ed accendere il fuoco nei canali di estrazione fino a portarla a cottura. Dopo si riempie di pietra calcare l'intiera fornace, si comincia il fuoco nei focolari, si mantiene continuato, si estrae ad ogni 12 ore la pietra calcinata alla parte inferiore e se ne aggiunge alla parte superiore.

Si comprende facilmente come moltiplicando il numero dei lati della sezione orizzontale dell'edifizio si possano ottenere forni a quattro, a cinque e più focolari.

Fornaci con camino. — Tutte le fornaci delle quali si è tenuto

parola mandano inevitabilmente un abbondante fumo, un odore spiacevole e malsano, e giustamente si considerano come stabilimenti insalubri, il cui esercizio va proscritto dall'interno delle città. Il signor Bidreman, coll'invenzione di una fornace a fuoco continuo, di forma elissoidica, munita alla sua parte superiore di un lungo camino in latta, seppe unire la salubrità all'economia, e ritrovò un sistema di forni totalmente inodori, che non mandano fumo e che senza inconvenienti possono essere stabiliti nei centri di numerosa popolazione. A Lione esistono già molti forni sistema Bidreman; la loro larghezza massima si può mediamente fissare a 2^{m},04, l'altezza dell'interna capacità di 8^{m},50, e l'altezza del camino fra i 20^{m} ed i 25^{m}. Il caricamento della pietra calcare si fa per un'apertura posta lateralmente nella parte suprema della fornace, e suscettiva di essere ermeticamente chiusa.

Le fornaci che trovansi presso Arona nello stabilimento del signor Moro sono anche munite di camino, e la figura 47, in via dimostrativa, dà la rappresentazione di una di esse, mediante una mezza sezione orizzontale a circa 2^{m} al disopra delle graticole dei focolari e mediante uno spaccato mediano. — Un masso murale M, avente per base un ottagono regolare, con una lieve scarpa s'innalza al disopra del suolo per l'altezza di 13^{m} all'incirca: in questo masso trovasi una cavità C, rivestita internamente con una scorza in materiali refrattari, ingraudita nel basso per quattro allargamenti *a*, fiancheggiata da quattro focolari *f* posti su due direzioni fra loro perpendicolari e da altrettanti condotti *b* sottostanti ai detti focolari, ed avente il suo fondo costituito da un masso *m* quasi conico, colla superficie raccordantesi alle soglie degli indicati condotti. I focolari presentano le loro bocche alternativamente disposte su quattro delle otto faccie dell'edifizio, sono muniti delle graticole *g*, e si possono chiudere mediante uno sportello in lamiera di ferro. Lo spazio *c* serve di cenerario, ed è separato dai condotti *b* mediante una porta metallica che si apre solamente quando si deve estrarre la pietra calcinata dalla capacità C. La bocca superiore o *occhio* del forno è attraversata da una robusta crociera in ferro che sostiene un lungo camino in latta, ed alla quale si possono appoggiare quattro lastre metalliche destinate a chiudere superiormente la capacità C. Otto pilastri P trovansi disposti attorno al forno e portano un tetto non che diversi tavolati i quali si prestano al facile e comodo disimpegno di alcune funzioni inerenti all'esercizio dell'edifizio.

Il primo caricamento della fornace che venne or ora descritta

si fa introducendo della pietra calcare in pezzi piuttosto grossi per i focolari; disponendoli a guisa di vôlto fra il masso *m* e la parete della capacità C; ed innalzandosi, col mettere pietre su questo vôlto, fino a circa mezzo metro sopra il labbro superiore delle bocche interne dei focolari, delle quali una sola si lascia aperta per l'introduzione della pietra necessaria ad elevarsi dell' indicata altezza, e che poscia si ottura come tutte le altre. Fatto questo, si compie il caricamento introducendo la pietra per la bocca superiore, da cui si saranno levate le quattro lastre orizzontali disposte sulla crociera che sostiene il camino, coll'avvertenza di collocare i pezzi più grossi nel mezzo della fornace, i più piccoli contro le pareti, ed i mezzani fra questi e quelli. Ultimato il caricamento, si pongono le quattro lastre alla bocca del forno, accuratamente si chiudono le commessure mediante terra argillosa, e si accende il fuoco nei focolari; dopo alcuni giorni, generalmente dopo cinque, si rimuove una delle lastre che trovansi all'occhio del forno, e, quando si riconosce che la pietra si è abbassata all'ingiro di circa $0^m,06$, si cessa il fuoco, lasciando le sole bragie sulle graticole; si puliscono i cenerari *c*, si aprono le bocche dei condotti *b*, si fa crollare il vôlto e si estrae tutta la calcina che esiste sopra il labbro superiore delle bocche interne dei focolari, la quale si trova per questa prima volta mescolata a pietre incompletamente calcinate. Per quest'estrazione tutta la colonna di pietra deve abbassarsi, e l'entrata di un po' d'aria fredda nel forno basta a produrre tale abbassamento, nel caso che non avvenga spontaneamente. Chiusi gli sportelli che trovansi ai condotti di estrazione, si riaccende il fuoco, dalla parte superiore si completa la carica, si chiudono le bocche dei focolari e l'occhio del forno; ad ogni 12 ore si ripete l'operazione di estrarre calcina in basso e di aggiungere pietra calcare in alto, e la quantità di calcina che si estrae ad ogni due *tirate*, le quali si fanno in 24 ore, sale fra 80 e 100 quintali.

La torba o la legna sono i combustibili che abitualmente s'impiegano nei forni dello stabilimento Moro, i quali riuscirebbero indubitatamente di un esercizio più facile e meno faticoso per gli operai, qualora, come le fornaci Rudersdorf, avessero i condotti d'estrazione nei muri perimetrali in cui non esistono i focolari.

71. Osservazioni su alcuni fatti che avvengono nella cottura delle pietre calcari. — Il prodotto della calcinazione delle pietre calcari si chiama *calcina viva*, e per essere buona deve avere una

consistenza cretosa, essere sonora, leggiera, di colore uniforme, non bruciata, non vetrina.

La quantità di combustibile necessario per convertire in calcina viva i carbonati calcari, quali si trovano in natura, varia secondo la composizione delle pietre che si calcinano, secondo la natura del combustibile, secondo l'apparecchio di calcinazione, e conseguentemente risulta impossibile di assegnare una proporzione fissa. Come limiti, che ha potuto accertare una lunga esperienza, si può ritenere che per ogni 10 parti in peso di pietra calcare occorrono da 2,4 a 3 parti di carbon fossile e da 5 a 6 parti di legna.

Per rapporto alla quantità di calcina viva che può somministrare una data pietra calcare, nulla di assoluto si può precisare, giacchè questo risultamento dipende da molte circostanze su cui ha influenza il fatto della cottura, come l'evaporazione dell'acqua, la scomposizione contemporanea dei carbonati di calce e dei protossidi di ferro e di manganese, la sopraossidazione di questi protossidi, il disperdimento delle materie organiche, e finalmente la presenza di maggiore o minore quantità di argilla o di silice, delle quali (omessa l'acqua che le imbeve, che si svapora) non viene alterato il peso nella cottura. La pratica dimostra che 100 parti in peso di pietra calcare non possono dare più di 77 e non meno di 45 parti di calcina viva.

Il fatto della cottura fa grandemente scemare il volume e la densità della pietra da calce: quello subisce una perdita da 1/10 a 1/5, questa diminuisce di 1/5 ed anche di 1/2.

72. **Calcine ottenute con terre calcari e con conchiglie.** — Le calcine possono anche essere somministrate dai carbonati calcari teneri, come la *creta* e le *marne calcari*. Quando la coesione di queste terre non permette di romperle in pezzi, che conservino la loro forma durante l'operazione della cottura, è indispensabile di procedere prima alla loro preparazione spappolandole con acqua, impastandole e conformandole in piccoli pani, che poi, dopo di aver subita una conveniente essiccazione all'aria, vengono esposti a cottura come i frantumi di pietre calcari.

Le conchiglie di molluschi (ostriche, ecc.) contengono generalmente molta calce, ed in quei paesi marittimi in cui se ne possono raccogliere delle gradi quantità usasi di ammucchiarle in mescolanza colla torba, di accendere il combustibile, e di produrre così la calcinazione.

ARTICOLO II.

Calcine comuni e calcine idrauliche.

73. **Modo di comportarsi della calcina viva quando viene bagnata con acqua.** — La calcina viva, immersa nell'acqua, ne assorbe immediatamente una ragguardevole quantità; estratta dopo tale assorbimento, si rigonfia, scoppia, si sfalda, manda calore e si circonda di un vapore acquoso: contrae una chimica combinazione coll'acqua e si converte in idrato di calce. L'aumento di peso, l'aumento di volume e l'elevazione di temperatura che subisce la calcina bagnata sono tanto più sensibili, quanto più essa è pura; ed è dimostrato che non hanno influenza sugli indicati fenomeni nè l'argilla, nè la magnesia caustica, nè gli ossidi di ferro e di manganese. Le calcine contenenti una notevole quantità di silicato di allumina si rigonfiano pochissimo, e, pel fatto dell'idratazione, non subiscono notevole aumento di volume.

Allorquando la calcina viva si bagna con piccola quantità d'acqua, aumenta poco di volume, si sfiorisce in una polvere granosa aspra al tatto e quasi cristallizzata, si manifesta una forte elevazione di temperatura, e si ottiene della calce incompletamente idratata, che difficilmente si può spappolare e ridurre a poltiglia coll'aggiunta di nuova acqua. Se poi l'acqua con cui si bagna la calcina viva è troppo abbondante, avviene che quella assorbe calore di mano in mano che si va producendo pel fatto dell'idratazione, e questa si fa più lenta. La calcina viva prende tutto l'accrescimento di volume, di cui è capace, e subisce un'idratazione completa, quando l'acqua con cui si bagna la converte in una poltiglia uniforme e dolce al tatto.

Immergendo le calcine vive nell'acqua si possono avere indizi sullo stato della loro cottura. Le calcine ben cotte fanno presto effervescenza coll'acqua e si idratano facilmente; le calcine troppo cotte rimangono per lungo tempo inattive; le calcine poco cotte si idratano solo in parte e lasciano dei pezzi di pietra che non possono combinarsi coll'acqua.

74. **Classificazione delle calcine nell'arte di fabbricare.** — Se prendesi della calcina viva, se si idrata in modo da formare una pasta consistente e se infondesi in un vaso pieno d'acqua, dopo un certo tempo si trova la calcina più o meno abbondantemente

stemperata, ovvero si riconosce in essa una consistenza solida, che giunge talvolta ad un grado notevole di durezza. Le calcine che danno luogo al primo fenomeno si chiamano *calcine comuni*, quelle che danno luogo al secondo si dicono *calcine idrauliche*.

Le calcine comuni si distinguono in *calcine grasse* ed in *calcine magre*. Le *calcine grasse* sono quelle che idratandosi si riscaldano fortemente, che rigonfiano molto e che assorbono per ogni unità del loro peso da 3,60 a 2,30 d'acqua. — Le *calcine magre* si idratano ancora con prontezza, ma manifestano meno intenso riscaldamento, si rigonfiano poco e per ogni unità del loro peso assorbono da 2,30 a 1 di acqua. Vi è chi chiama *calcine mediamente grasse* quelle che per ogni unità di peso assorbono da 2,60 a 2,30 d'acqua.

Le *calcine idrauliche* si mostrano lente nell'idratarsi, fanno poca effervescenza, non sviluppano considerevole calore, crescono poco, e per ogni unità del loro peso assorbono da 1,40 a 1 d'acqua. Queste calcine, messe in opera nelle costruzioni subacquee, s'induriscono dopo un intervallo di tempo più o meno lungo, e relativamente alla maggiore o minore celerità del loro indurimento si distinguono in *calcine idrauliche comuni*, in *calcine eminentemente idrauliche*, ed in *calcine cementizie*. Le *calcine idrauliche comuni* sono quelle in cui l'indurimento si manifesta dopo parecchie settimane, ed anche dopo alcuni mesi a partire dall'epoca della loro immersione nell'acqua. Le *calcine eminentemente idrauliche* acquistano la maggior durezza di cui sono suscettive nell'intervallo di pochi giorni. Le *calcine cementizie* prendono il massimo indurimento possibile dopo alcune ore, e talune dopo pochi istanti.

In seguito a numerose ed accurate esperienze di Virat si può stabilire:

1° Che le calcine grasse contengono per lo meno il 90 per 100 di calce pura, e che la presenza della magnesia, della silice, dell'allumina e dell'ossido di ferro, quando il complesso non oltrepassa il 10 per 100, ne altera poco le proprietà;

2° Che le calcine cominciano appena ad essere magre quando contengono il 10 per 100 di magnesia, e che lo sono molto quando la proporzione della magnesia sale dal 20 al 25 per 100;

3° Che le calcine cominciano appena ad essere idrauliche quando contengono dal 5 al 10 per 100 di argilla;

4° Che le calcine manifestano bene le proprietà idrauliche quando su 100 parti ne contengono da 15 a 20 di argilla per 85 a 80 di calce pura;

5° Che sono eminentemente idrauliche quelle calcine in cui su 100 parti se ne trovano da 25 a 30 di argilla e da 75 a 70 di calce pura, e che si ha il limite delle calcine idrauliche in quelle che su 34 parti d'argilla ne contengono 66 di calce pura.

Quando su 100 parti di calcina ne esistono più di 34 d'argilla, si hanno quelle sostanze chiamate *calcine cementizie*, o più semplicemente *cementi*, le quali non si sciolgono nell'acqua senza essere ridotte a polvere, non fanno effervescenza e non crescono sensibilmente di volume.

75. **Indicazione di alcuni risultati d'esperienza.** — Treussart, Hassenfratz, John, Raucourt e molti altri celebri esperimentatori hanno dimostrato:

1° Che la sola silice può fare colla calce una combinazione eminentemente idraulica;

2° Che la magnesia sola, o anche mescolata cogli ossidi di ferro e di manganese, non può produrre calcina idraulica, ma che invece dà calcina magra;

3° Che gli ossidi di ferro e di manganese non hanno influenza diretta nella produzione dell'idraulicità;

4° Che l'allumina sola non ha maggior efficacia della magnesia per rendere una calcina idraulica;

5° Che la silice è la sostanza essenziale che concorre all'idraulicità delle calcine;

6° Che le migliori calcine idrauliche risultano dalla mescolanza della calce, della silice, dell'allumina e della magnesia.

Conviene ancora aggiungere : che il grado di cottura, cui si portano le pietre calcari, può notevolmente influire sulle proprietà dei diversi componenti che concorrono a dare calcine idrauliche; che pietre atte a dare i migliori risultati possono produrre calcine magre o calcine bruciate, secondo che si calcinano meno o più del necessario; e che hanno qualche influenza sull'idraulicità delle calcine anche le basi soda e potassa, le quali, come lo dimostrano le accurate indagini di Kuhlmann, non mancano quasi mai nelle pietre calcari.

76. **Indizi utili nella ricerca delle pietre calcari per calcine idrauliche.** — La proprietà costituente il carattere essenziale delle calcine idrauliche è quella dell'indurimento che esse prendono quando trovansi immerse nell'acqua. Questa proprietà rende le calcine idrauliche sommamente importanti nelle costruzioni subacquee, ed in generale in tutte quelle opere in cui le masse murali devono trovarsi all'umido fino dai primordi della loro esistenza.

Digitized by Google

I procedimenti da seguirsi nella ricerca delle pietre calcari, che possono somministrare calcine idrauliche, già da lungo tempo richiamarono l'attenzione dei chimici e dei costruttori, e Vicat parlando di tale argomento si esprime presso a poco come segue:

Vi sono poche regioni dove non si possano riscontrare dei calcari argillosi; bisogna essere perseveranti nella loro ricerca, servirsi delle indicazioni degli ingegneri delle miniere, e non lasciarsi indurre a dichiarare la non esistenza di calcari argillosi dalla natura dei banchi visibili: la natura dei calcari varia ad ogni istante, e soventi quello atto a dare calcina idraulica non è che a poca distanza del calcare comune, e talvolta l'uno e l'altro si trovano in una medesima cava, separati solamente da uno o due strati di pietra. Le indicazioni dei muratori e dei fornaciai possono ancora servire di norma in questa ricerca, giacchè se si interrogano sulle diverse calcine del loro paese, non mancano quasi mai di qualificare le calcine idrauliche come le peggiori. — Il colore e la tessitura non sono indizi sicuri sull'intima composizione delle roccie calcari; ciò non di meno si osserva che l'argilla trovasi assai più frequentemente nelle pietre tenere o nelle pietre di durezza mediocre, il cui colore converge verso il bigio sporco, o cenerino, o rossiccio, o bleuastro, anzichè nelle pietre dure di colore chiaro e a tessitura compatta o cristallina. — I calcari argillosi si alterano facilmente per le intemperie; essi perdono una parte del loro carbonato di calce; per effetto del gelo e del disgelo sbullettano e si riducono in una polvere, che le piogge convertono poi in un loto marnoso.

Lo stesso Vicat asserisce che tutti gli indicati indizi sono troppo incerti per servire a valutare la natura di una pietra calcare; che la sola chimica può risolvere il problema in modo soddisfacente; e che quando vuolsi conoscere il prodotto ottenibile dalla calcinazione di una data pietra calcare, conviene ricorrere ad una completa e rigorosa analisi chimica. Finalmente il celebre scrittore raccomanda di sottoporre all'analisi chimica non già pezzi di pietra staccati alla superficie del masso di cui vuolsi conoscere la composizione, ma sibbene pezzi presi a profondità abbastanza grande da essere sicuri che non mai vennero attaccati dall'aria, dalla pioggia e dal gelo; giacchè le modificazioni chimiche prodotte da queste cause sono soventi assai considerevoli.

77. **Procedimento pratico per riconoscere approssimativamente la qualità della calcina che si può ottenere da un dato calcare.** — Un mezzo assai semplice che può servire a far cono-

scere quale qualità di calcina può somministrare una data pietra calcare è quello che segue. Si pesti un pezzo della pietra calcare da sperimentarsi, e si passi la polvere allo staccio di seta; si mettano dieci grammi di questa polvere in una capsula o in un bicchiere ordinario, e vi si versi sopra, a poco a poco e agitando il vaso, acido cloridrico debole finchè non si verifichino più effervescenze.

Se la polvere si discioglie compiutamente, è segno che la pietra è puro carbonato di calce, o che contiene ad un tempo carbonati di calce e di magnesia, talvolta con alquanto carbonato di protossido di ferro e di protossido di manganese. Se la polvere lascia un residuo insolubile, si conchiude che la pietra contiene allumina e silice combinate, spesso silice non combinata, e talvolta anche sesquiossido di ferro; e si separa questo residuo dalla soluzione col mezzo di un filtro di carta senza colla.

Per riconoscere se nella soluzione ottenuta coll'acido cloridrico vi è magnesia e se esistono protossidi di ferro e di manganese, si lascia evaporare la soluzione a segno che l'eccesso d'acido cloridrico ne sia discacciato; poscia vi si aggiunge acqua di calce. La soluzione non s'intorbida per questa aggiunta, quando non contiene nè magnesia, nè ossidi di ferro e di manganese; in caso contrario s'intorbida per un precipitato di magnesia, ed insieme di protossidi di ferro o di manganese. Si riconosce facilmente la presenza dei due protossidi da ciò che il precipitato, bianco o poco colorato al momento della precipitazione, si colora in bruno coll'esposizione all'aria.

Conosciute le materie che stanno nella soluzione ottenuta coll'acido cloridrico, conviene esaminare il residuo rimasto insolubile e raccolto sul filtro. Se questo residuo presenta una massa dolce e pastosa, è segno che non contiene silice isolata; per contro ne contiene quando presenta una sabbia fina e ruvida. Nel secondo caso conviene separare la silice non combinata, e si arriva facilmente all'intento, forando il filtro, facendo cadere tutta la materia in un bicchiere con acqua distillata, e procedendo alla decantazione col versare l'acqua torbida sopra un secondo filtro, sul quale perciò si raccoglie il prodotto che non contiene silice isolata. Questo filtro si secca, e quindi si brucia in un crogiuolo pesato di porcellana o di platino, e dopo quest'abbruciamento sarà agevole avere il peso del silicato d'allumina, che paragonato col peso del calcare messo ad esperimento, servirà a dare un'idea della sua qualità. La sabbia o silice che venne separata per decantazione si getterà pure su

un filtro e se ne determinerà il peso, e la qualità della calcina che si potrà ottenere sarà tanto più scadente, quanto più questo peso sarà considerevole.

Si è detto che nel residuo insolubile vi è talvolta anche qualche poco di sesquiossido di ferro. La presenza di questa sostanza si riconosce al colore giallo o bruno che presenta il detto residuo, ed alla colorazione rossa più viva che esso prende colla calcinazione. Talvolta qualche parte di sesquiossido di ferro si discioglie nell'acido cloridrico debole, e si riconosce questo fatto da ciò che la soluzione si mostra colorata in giallo.

Se trattasi di analizzare una terra calcare, si incomincia dal lasciar seccare questa terra tenendola esposta all'aria per un tempo sufficiente; in seguito si riduce a polvere, si passa allo staccio di seta, e si fa seccare di nuovo all'aria, e se è possibile al sole. Volendosi accelerare l'operazione, si farà seccare al fuoco, coll'avvertenza di non esporla ad un calore più elevato di quello dell'acqua bollente. Preparata così la terra da analizzarsi, se ne peseranno dieci grammi; e si opererà su questi come venne detto nel principio di questo numero.

Questo è il procedimento che generalmente basta al costruttore per farsi un'idea della natura di un calcare. Quando però si vuol intimamente esplorare la sua composizione, e che quantitativamente se ne vogliono determinare i vari componenti, conviene ricorrere ad un'analisi rigorosa e, a meno di essere molto abili e pratici operatori, indirizzarsi ad un chimico di professione.

78. **Procedimento per riconoscere se una pietra calcare calcinata è di qualità idraulica.** — Quando si possiede un pezzo di pietra calcare già calcinata risulta agevole il conoscere di qual qualità è la calcina da essa data o coll'analisi chimica o, più speditamente, operando come segue: si idrati un pezzo di calcina con poca acqua, si formi una pasta piuttosto consistente; quando il calore svolto per l'idratazione è totalmente cessato, si conformi a guisa di pallottola di circa 0^{m},05 di diametro; e finalmente si infonda in un bicchiere d'acqua pura, comprimendola colla mano quanto basta affinchè cali al fondo e perda alcunchè della sua forma tonda. Se la calcina è idraulica, dopo 24 ore si mostra già sensibilmente indurita e, secondo la sua idraulicità, dopo due, tre, od al più quindici giorni, resiste affatto alla pressione del dito pollice, ed è capace di sopportare la pressione di una punta d'acciaio del diametro di 0^{m},0012, limata in quadro all'estremità e caricata del peso di chilogrammi 0,30.

79. **Calcine idrauliche artificiali.** — Allorquando in una data località non si trovano calcine idrauliche naturali, conviene avere ricorso alle artificiali, che si ottengono riunendo assieme e nella giusta proporzione le sostanze che concorrono a produrre il fenomeno dell'idraulicità delle calcine. I processi conosciuti per fare calcine idrauliche si riducono principalmente a due: il primo è praticabile quando si hanno calcari di poca durezza i quali coll'acqua facilmente si lasciano ridurre a poltiglia omogenea, come sono le crete e le marne calcari; il secondo invece si deve applicare quando si hanno calcari quasi puri, compatti e duri.

Il primo procedimento consiste nel procurarsi dei calcari teneri e friabili, non che un'argilla per quanto si può pura; nel mescolare le due sostanze nella giusta proporzione per avere quella calce idraulica che si desidera; nell'aggiungere acqua al miscuglio; e nel formare una fanghiglia consistente mediante un mulino a macine verticali che girano in un bacino circolare o con un altro mezzo qualunque. Tutto il miscuglio, ben purgato della ghiaia e dei corpi eterogenei, si mette in un serbatoio finchè la pasta abbia acquistata una conveniente consistenza, e quindi mercè appositi stampi si formano dei prismi oblunghi di circa un decimetro cubo, e disseccati all'aria, si fanno poi cuocere in un forno a calce ordinario, avendo l'avvertenza di regolare convenientemente il fuoco affine di evitare ogni principio di fusione, che renderebbe la calcina inerte a combinarsi coll'acqua.

La difficoltà maggiore che presenta questo metodo sta nel saper convenientemente determinare le proporzioni della terra calcare e della terra argillosa che devono entrare nel miscuglio. Il mezzo più diretto che si presenta per ottenere lo scopo consiste nel sottoporre ad analisi chimica le due sostanze che si vogliono mescolare, nel cercare i loro componenti, e nel regolare il quantitativo sì dell'una che dell'altra in modo da aversi quella proporzione d'argilla che è conveniente per ottenere una calcina dotata di una prestabilita idraulicità

In vece di ricorrere all'analisi chimica, che risulta sempre un'operazione piuttosto complicata, si possono fare diverse pallottole in cui la proporzione della terra calcare colla terra argillosa varii dall'una all'altra; esporle alla calcinazione; col metodo esposto nel numero 78 riconoscere in qual grado il prodotto di ciascuna pallottola possiede l'idraulicità; e scegliere come proporzione conveniente quella che ha somministrato la calcina la quale maggiormente soddisfa allo scopo per cui vuolsi impiegare.

Digitized by Google

Il secondo procedimento per ottenere calcine idrauliche artificiali consiste nel mescolare una giusta proporzione di argilla con calcina grassa idratata e ridotta allo stato di pasta, a conformarne dei pani di convenienti dimensioni, e a sottoporli poscia alla cottura. Vicat insegna di disporre la calcina grassa, che vuolsi rendere idraulica, sotto una tettoia aperta al riparo dei venti e delle pioggie, di lasciarla ridurre spontaneamente in polvere, d'impastarla quindi mediante un po' d'acqua coll'argilla, di formare colla pasta così ottenuta delle pallottole, di farle disseccare all'aria, e di farle cuocere in una fornace. Le calcine ordinarie molto grasse possono sopportare un volume di 20 parti di argilla per 100 di calcina; quelle mediamente grasse, o che si approssimano ad essere magre, comportano un volume da 15 a 10 parti di argilla: e finalmente bastano 6 parti di argilla per quelle che già posseggono un poco le qualità idrauliche. Allorquando la dose dell'argilla viene portata da un volume di 33 a 44 parti per 100 parti di calce, si arriva ad avere un prodotto che più non lievita, che si polverizza facilmente e che si lapidifica assai presto nell'acqua.

Raucourt opina che tutte le terre argillose siano atte alla trasformazione delle calcine comuni in calcine idrauliche; ma che però ne esistano di quelle che, a quantità eguale, danno ad una stessa calcina qualità idrauliche più energiche, e che tali siano le argille ferruginose. Per riconoscere fra diverse terre argillose quale meglio convenne, per trasformare una data calcina comune in idraulica, si possono esporre piccole quantità di dette terre per 20 minuti su una piattina arroventata di rame, e scegliere poi quella che, mescolata alla calcina da rendersi idraulica, dà un miscuglio che più prontamente fa presa nell'acqua.

Per rapporto alla cottura da darsi all'impasto di calcina comune e di terra argillosa, si deve ritenere che in generale richiedesi un fuoco meno intenso di quello che si esige per la pietra calcare, perchè, i pani essendo meno compatti dei pezzi di pietra calcare naturale, il calore vi penetra assai più facilmente. Raucourt poi pretende di aver trovato, dietro apposite esperienze, che le calcine idrauliche artificiali fatte con calcine comuni si consolidano più presto portando la loro cottura ad un grado un po' elevato, e che invece quelle ottenute con calcine già un po' idrauliche si solidificano più prontamente portandole a grado di cottura non troppo elevato.

John trovò che facendo per via secca un miscuglio di calcina proveniente dalle conchiglie colle sostanze che concorrono a dare l'idraulicità, si possono ottenere eccellenti calcine idrauliche. I mi-

scugli che da John vennero esaminati sono di polvere di conchiglie d'ostrica con proporzioni di argilla variabili da 1/10 a 1/13 del volume della polvere.

Treussart è d'avviso che molte altre materie siano atte a conferire le proprietà idrauliche alle calcine comuni, ed egli cita principalmente la soda e la potassa in un co' loro carbonati ed il muriato di soda. Se idratasi una data quantità di calcina comune quale ricavasi dalla fornace con 1/4 del suo volume d'acqua saturata di soda, si ottiene una calcina in polvere secca: se questa polvere si lascia esposta all'aria per un mese, e se quindi si espone a cottura, si ha una calcina che mescolata alla sabbia dà un impasto che nell'acqua si lapidifica dopo 48 ore d'immersione. La lapidificazione risulta invece più pronta ed ha luogo dopo 36 ore, quando all'acqua saturata di soda si sostituisce l'acqua saturata di carbonato di soda, ovvero di muriato di soda. Lo stesso risultamento si ottiene impiegando acqua saturata colla potassa o col carbonato di potassa. Se poi si prende un carbonato di calce polverizzato e misto con 1/5 di allumina, se si lascia a bagno per tre mesi nell'acqua saturata di muriato di soda, e se poscia si fa calcinare questo carbonato, si ottiene una calcina la quale, mescolata colla sabbia, produce una malta che fa presa nell'acqua dopo 5 giorni. Se finalmente si prende una calcina comune, se si mette con 1/4 del suo volume d'acqua saturata di muriato di soda, e se si lascia riposare la polvere che si ottiene per due mesi e mezzo, ne risulta una calcina, la quale, senza essere ricotta, forma colla sabbia un impasto che si indurisce nell'acqua dopo 20 giorni.

80. **Composizione chimica di alcuni calcari e di alcune calcine che esse somministrano.** — 1° *Composizione su 100 parti di alcuni calcari che danno calcine grasse.*

Spato d'Islanda:

Calce	56,4
Acido carbonico.	43,6
Totale .	100,0

Marmo bianco statuario di Carrara:

Calce	55,4
Magnesia	0,4
Argilla e quarzo	1,0
Acido carbonico.	43,2
Totale .	100,0

Digitized by Google

Calcare grossolano granoso di Parigi:

Calce	55,6
Sesquiossido di ferro e di manganese.	1,5
Acido carbonico.	42,9
Totale .	100,0

Calcare giallo di Lione:

Carbonato di calce.	94,0
» di magnesia	1,6
Sesquiossido di ferro e di manganese.	3,9
Perdite.	0,5
Totale .	100,0

Creta di Bougival:

Carbonato di calce.	95,5
» di magnesia	0,8
» di protossido di ferro . .	0,8
Sesquiossido di ferro e di manganese.	1,7
Acqua	1,2
Totale .	100,0

2° *Composizione su 100 parti, sia di alcuni calcari che danno calcine magre, sia di alcune delle calcine che essi somministrano.*

Calcare d'acqua dolce di Vichy:

Carbonato di calce.	87,2
» di magnesia	10,0
Sesquiossido di ferro	2,8
Totale .	100,0

Pietra calcare di Coulommier, e calcina prodottas:

Carbonato di calce . .	74,5	Calce.	78,0
» di magnesia .	23,0	Magnesia	20,0
Argilla e ossido di ferro.	1,2	Argilla e ossido di ferro.	2,0
Perdite	1,3		
Totale .	100,0	Totale .	100,0

Dolomite di Villefranche, e calcina prodotta:

Carbonato di calce . .	60,7	Calce	60,0
» di magnesia .	30,3	Magnesia	26,2
» di protossido di ferro .	3,0	Ossido di ferro e di manganese	13,8
» di protossido di manganese	6,0		
Totale .	100,0	Totale .	100,0

3° *Composizione sia di calcari che danno calcine idrauliche, sia di quasi tutte le calcine che da essi si ricavano.*

Pietra di Casale:

Carbonato di calce.	82,4
Ossido di ferro e di manganese . .	2,4
Silice	9,4
Allumina	1,2
Acqua	1,0
Sostanze volatili.	0,8

Calcare di Bougy, lamellare, giallo e con conchiglie, e calcina prodotta:

Carbonato di calce . .	90,0	Calcina	87,0
» di magnesia .	5,0	Magnesia	4,0
Silice, allumina, sesquiossido di ferro e acqua.	5,0	Argilla e ossido di ferro .	9,0
Totale .	100,0	Totale .	100,0

Calcare di Chaulnay, compatto, a grana fina e bianco giallastro, e calcina prodotta:

Carbonato di calce . .	89,2	Calce	84,0
» di magnesia .	3,0	Magnesia	2,5
Silice, allumina, sesquiossido di ferro e acqua.	7,8	Argilla e ossido di ferro .	13,5
Totale .	100,0	Totale .	100,0

Calcare di Theil, e calcina prodotta, eccellente pei lavori di mare:

Carbonato di calce . .	82,7	Calce	78,29
Sabbia quarzosa e argilla	15,0	Silice	18,20
Acqua	1,2	Allumina	1,80
Perdite	1,1	Sabbia quarzosa . .	1,71
Totale .	100,0	Totale .	100,00

Digitized by Google

Calcare di Metz, compatto, quasi terroso, grigio bleuastro, e calcina prodotta eminentemente idraulica:

Carbonato di calce . .	76,5	Calce	68,3
» di magnesia .	3,0	Magnesia.	2,0
» di protossido di ferro .	3,0	Argilla	24,0
» di protossido di manganese	1,5	Sesquiossido di ferro. .	5,7
Silice.	11,6		
Allumina	3,6		
Perdite	0,8		
Totale .	100,0	Totale .	100,0

ARTICOLO III.

Estinzione e conservazione delle calcine.

81. **Estinzione delle calcine, e metodo ordinario per fare quest'operazione.** — L'*estinzione* della calcina è quell'operazione mediante la quale si converte la calcina viva in idrato di calcina o, come dicesi comunemente, in *calcina spenta*. L'estinzione delle calcine si può fare in diversi modi, e si incomincierà dall'indicare il metodo di *estinzione per fusione*.

Dovendosi estinguere della calcina comune, si distende uniformemente in una vasca o truogolo, costrutto in tavole o in muratura, uno strato di calcina viva dell'altezza di 0^{m},20 a 0^{m},25; e su questo si versa subito e senza interruzione una quantità d'acqua pura variabile secondo la qualità della calcina; si rimena quindi il miscuglio con marre da calcina finchè si abbia una mistura pastosa; e si separano di mano in mano i ciottoli, i biscotti e le altre materie straniere che vi si possono trovare. Ottenuta una pasta omogenea e semi-liquida, si fa essa colare in un serbatoio a pareti piane, solide e rinzaffate, aprendo nel truogolo un orifizio munito di rete in filo di ferro per precludere l'adito nel serbatoio o *calcinaio* ai corpi eterogenei che ancora potrebbero trovarsi commisti colla calcina idratata. Ciò fatto si procede ad estinguere nuova calcina finchè il calcinaio sia convenientemente riempito, ed il *grassello* in esso raccolto si lascia assodare almeno per quattro giorni, dopo il qual tempo, se non si adopera subito, va ricoperto con uno strato di sabbia alto da 0,20 a 0,25 per difenderlo dal contatto

dell'aria, e per conseguenza dell'acido carbonico che lo guasterebbe colla conversione in carbonato.

Si deve aver cura, nello spegnere le calcine comuni col descritto metodo, di versare tutta in una volta la quantità d'acqua necessaria; ed ove si verifichi deficienza bisogna aspettare il raffreddamento per farne l'aggiunta.

Per quanto si disse al numero 73, importa sommamente che l'acqua da impiegarsi nell'estinzione non sia nè in eccesso nè in difetto, e per conoscere la quantità conveniente ad una determinata qualità di calcina si può procedere come segue: si prenda un pezzo della calcina che trattasi di estinguere, si pesi, si metta in un vaso e si versi su essa una quantità d'acqua eccedente quella che è necessaria per completamente idratarla. Cessata ogni effervescenza, succede che il grassello si deposita sul fondo del vaso, e dopo un po' di tempo si vede sopra di esso una certa quantità d'acqua che è quella soprabbondante. Si decanta quest'acqua e quindi si pesa la pasta rimanente. Togliendo da questo peso quello primitivo della calcina viva, si ha il peso della quantità d'acqua assorbita dalla calcina che si è estinta nel vaso, e con una regola di proporzione riuscirà eguale dedurre l'acqua occorrente a spegnere una data quantità qualunque della calcina esperimentata.

Per estinguere la calcina idraulica, o si può far uso del metodo poc'anzi descritto coll'avvertenza di impiegare subito la calcina spenta e di non lasciarla nel calcinaio più di due giornate, o anche si può operare secondo i precetti dati da Vicat, i quali sono presso a poco espressi nei seguenti termini:

Le calcine idrauliche vive ed in pezzi, quali vengono dalla fornace, si gettano colla pala in un bacino impermeabile, dove si distendono per strati dello spessore di $0^m,20$ a $0^m,25$; si mette l'acqua a misura che ne abbisogna, ed in modo che essa possa facilmente circolare e penetrare nei vani che lasciano i pezzi di calcina viva. L'effervescenza non tarda molto a manifestarsi; si continua a mettere alternativamente calcina ed acqua; ma bisogna guardarsi bene dal rimenare il miscuglio, e solamente, quando per azzardo qualche palata di calcina si spolverizza a secco, vi si dirige l'acqua per mezzo di rigagnoli che si tracciano leggiermente colla pala nella massa che va estinguendosi, e di tanto in tanto si immerge un bastone appuntato in quei siti in cui sembra che vi sia difetto di acqua; se il bastone ne sorte coperto da una patina viscosa, l'estinzione procede bene; se per contro dal foro fatto col bastone si eleva un fumo farinoso, è una prova che la calcina si

polverizza a secco; si allarga allora il foro, se ne fanno degli altri nei dintorni e vi si conduce l'acqua. — Non si deve estinguere con questo metodo che la quantità di calcina idraulica che si può consumare in una o tutto al più in due giornate. Sono necessari due bacini, o due capacità in uno stesso bacino; e si fa in modo che in uno dei due si abbia sempre calcina per lavorare senza interruzione.

La calcina, spenta come or ora si è indicato, dopo lo spazio di ventiquattro ore acquista già una considerevole tenacità; difficilmente contiene ancora delle particelle restie all'estinzione; si può estrarre dal bacino in cui si trova facendo uso di una pala tagliente; e senza l'aggiunta di acqua ridurla allo stato di pasta, per poi passare immediatamente al suo impiego.

82. **Estinzione per aspersione, estinzione per immersione, e estinzione spontanea.** — L'*estinzione per aspersione* consiste nel disporre i pezzi di calcina in uno strato dell'altezza di 0m,10 a 0m,15, e nel innaffiarlo quanto basta per ridurre la calcina in polvere. Ammucchiando prontamente la calcina si arriva a concentrare il calore che essa svolge nel combinarsi coll'acqua; si facilita e si accelera così la riduzione in polvere. La calcina così preparata non fa più effervescenza quando vien mescolata coll'acqua. Il metodo di estinzione per aspersione viene anche praticato allorquando si colloca la calcina viva in un bacino circolare formato con sabbia, ch es iinnaffia con una quantità d'acqua sufficiente per ridurla allo stato pastoso, e che senza rimescolarla si ricopre di sabbia con cui, cessata ogni effervescenza, si impasta per fare la malta. Questo metodo può essere con qualche utilità impiegato allorquando si devono estinguere calcine idrauliche che immediatamente vanno messe in opera.

L'*estinzione per immersione* si riduce a sminuzzare la calcina viva in pezzi della grossezza di una noce, a porli in un canestro o in un sacchetto di tela, ad immergerlo nell'acqua per alcuni secondi, a mantenervelo, e ad estrarlo prima che la calcina incominci a sciogliersi. Questa, producendo nell'effervescenza i soliti fenomeni, si converte in polvere, e può conservarsi per lungo tempo in questo stato, purchè si abbia cura di porla in opportuni recipienti al riparo dell'umidità.

L'*estinzione spontanea* si ottiene lasciando per qualche tempo la calcina viva esposta all'azione continuata e lenta dell'atmosfera, dalla quale assorbe umidità. La calcina deve essere disposta sotto apposite tettoie in strati dell'altezza di 0m,30 a 0m,50 e di

tanto in tanto deve essere smossa con appositi forchetti. L'estinzione si reputa compita allorquando la calcina si è ridotta in polvere, la quale all'atto dell'impiego facilmente si riduce allo stato pastoso coll'aggiunta di una piccola quantità d'acqua. Le esperienze di Vicat hanno dimostrato come il processo di estinzione spontanea torni assai vantaggioso per le calcine grasse, e come invece non convenga per le calcine idrauliche, per le quali diventa tanto più dannoso quanto maggiore è il loro grado di idraulicità.

83. **Influenza dei diversi metodi di estinzione sulla presa e sul rendimento della calcina.** — Le esperienze di Vicat hanno dimostrato che la scelta del metodo di estinzione non è indifferente, quando si vogliono calcine capaci di fare una presa tenace, ed il celebre autore assegna gli ordini di preminenza che qui seguono.

Per le calcine comuni: estinzione spontanea, estinzione per immersione, estinzione per aspersione.

Per le calcine idrauliche: estinzione per fusione, estinzione per immersione, estinzione per aspersione.

Relativamente poi all'influenza che esercitano i diversi sistemi di estinzione sul rendimento od accrescimento di volume, in via ordinaria si può ritenere che l'estinzione per fusione è la più vantaggiosa.

84. **Osservazione sull'impiego dell'acqua di mare nell'estinzione delle calcine.** — L'acqua pura è quella che meglio conviene all'estinzione delle calcine, ed in generale si può ritenere che le acque dolci sono preferibili alle acque marine. I massi murali, nella cui composizione entrano le calcine impastate con acque di mare, si disseccano assai lentamente, e per lungo tempo presentano sulle pareti delle efflorescenze saline. Questi inconvenienti, che tendono a far proscrivere in modo assoluto l'impiego delle acque marine nelle costruzioni di case d'abitazione ed in genere di tutti quegli edifizi che sono del dominio dell'architettura civile, sono di poco rilievo nei muri di spiaggia ed in tutti i lavori di mare. Che anzi, stando alle asserzioni di Belidor ed ai risultamenti di Gratien-Lepère, di Smeaton, di Bergère, di Michaux e di Treussart, risulta doversi in alcuni casi preferire l'acqua marina all'acqua dolce, non solo dal lato dell'economia, ma anche dal lato della maggior lapidificazione delle calcine e della maggior solidità dei muri.

L'impiego dell'acqua di mare nell'estinzione delle calcine ne diminuisce notevolmente il rigonfiamento, e si è osservato che 1^{mc} di una certa calcina grassa dava 2^{mc} di pasta quando veniva estinta

per fusione con acqua dolce, e che invece somministrava solo $1^{mc},30$ di pasta quando veniva estinta con acqua del Mediterraneo.

85. **Conservazione delle calcine.** — Le calcine, siano esse vive, siano spente, lasciate al contatto dell'aria ne assorbono l'acido carbonico e si convertono nuovamente in carbonati di calce.

Quando adunque si hanno delle calcine e che deve passare lunga pezza di tempo prima del loro impiego, conviene trovar modo di conservarle e di porle al riparo dei guasti che vi potrebbe apportare il contatto dell'aria atmosferica.

Le calcine comuni estinte col metodo ordinario indicato al numero 81 si possono lungamente conservare nel calcinaio allorquando sono ricoperte da uno strato di sabbia alto da $0^{m},20$ a $0^{m},25$. In quanto alle calcine idrauliche, questo procedimento non è più valevole, giacchè la troppa acqua che in esse si trova quando vengono estinte col metodo ordinario provoca le loro proprietà idrauliche e finisce per produrre un notevole indurimento.

Un metodo che torna vantaggioso nella conservazione delle calcine idrauliche consiste nel ridurle in polvere adottando il procedimento di estinzione per immersione, e nel versarle subito dopo tale riduzione in botti o casse impermeabili all'aria. Allorquando si deve conservare una grande quantità di calcina idraulica, l'esposto processo risulta evidentemente assai dispendioso: in questo caso si ottiene l'economia sacrificando qualche cosa alla perfezione del procedimento, il quale consiste nel disporre la calcina ridotta a polvere in parecchi mucchi al riparo del vento e dell'umidità, e nel coprirli quanto meglio si può con sabbia secca e con paglia.

Un metodo di conservazione che torna vantaggioso, sia per le calcine vive, quanto per le calcine spente colla riduzione in polvere, è quello che consiste nell'ammonticchiare le sostanze da conservarsi in appositi depositi difesi dalle intemperie, e nel coprire ciascun mucchio con polvere di calcina, la quale viene poscia innaffiata. Se l'acqua consumata per l'innaffiamento non è in eccesso, si viene a poter formare una crosta della spessore di $0^{m},04$ a $0^{m},05$, la quale difende la calcina che involve dal contatto dell'aria atmosferica. Questo procedimento, che può valere per conservare indefinitamente le calcine grasse, è di poca efficacia per le calcine idrauliche, principalmente se già ridotte in polvere, le quali difficilmente possono conservarsi più di tre anni senza perdere parte delle loro buone qualità.

Digitized by Google

CAPITOLO V.

Cèmenti.

86. **Cementi e loro distinzione in naturali ed artificiali.** — Si dicono *cementi* quei prodotti che si ottengono colla calcinazione di calcari marnosi ed argillosi, e nei quali si trovano in proporzioni convenienti tutti quei principii che li rendono suscettivi della caratteristica proprietà di un indurimento assai rapido nell'aria e nell'acqua. I calcari atti a somministrare cementi contengono generalmente più di 23 parti d'argilla per 100 parti del loro peso: la quantità dell'argilla può giungere fino a 40 parti; ma quando tale quantità è maggiore di 30 parti, non si possono generalmente avere che cementi mediocri. — La composizione dei cementi, per quanto si riferisce all'argilla ed alla calce pura, è, per ogni 100 parti in peso, di 40 a 61 parti d'argilla per 60 a 39 parti di calce.

Si chiamano *cementi naturali* quelli che immediatamente vengono dati dalla calcinazione di pietre calcari argillose o anche di terre cretacee ricche d'argilla, quali si trovano in natura; e si appellano *cementi artificiali* quegli altri che, analogamente a quanto già venne detto per le calcine idrauliche, si ottengono sottoponendo a cottura un miscuglio che, per la natura e per la qualità delle parti che lo costituiscono, mostri la caratteristica proprietà dei cementi.

87. **Origine dei cementi e indicazione di quelli più usati nell'arte di fabbricare.** — Smeaton nel 1756 fu il primo a rimarcare la proprietà di indurirsi sott'acqua di cui godono le calcine provenienti dalla cottura delle pietre calcari argillose. Quarant'anni dopo questa preziosa scoperta, l'ingegnere militare francese Lesage, guidato dai profondi studi e dalle accurate ricerche di Berthier e di Vicat, fu indotto a richiamare l'attenzione dei costruttori sulle proprietà idrauliche di un calcare compatto che si rinveniva a Boulogne-sur-mer in piccoli frammenti, e dal quale aveva ottenuto colla calcinazione un prodotto che egli chiamò col nome di *gesso cemento*. Contemporaneamente Parker e Wyats prendevano a Londra un brevetto per l'estrazione di un calcare argilloso che,

Digitized by Google

in seguito alla calcinazione, dava una sostanza più energica delle migliori calcine idrauliche nel fare presa, che essi chiamarono *romano cemento*. Gli industriali francesi giunsero in seguito alla scoperta di parecchi calcari che danno prodotti analoghi al gesso-cemento ed al romano cemento; e tutti questi interessanti prodotti si trovano in commercio sotto il nome di *cementi romani*.

I cementi romani, che per semplicità chiameremo *cementi*, presentano gli incalcolabili vantaggi di avere in grado eminente tutte le proprietà delle migliori calcine idrauliche: il loro indurimento, tanto nell'aria, quanto sott'acqua, è assai considerevole e, salva qualche eccezione, quasi istantaneo; riescono impermeabili all'umidità ed aderiscono anche molto bene ai materiali da costruzione. L'uso dei cementi si è reso estesissimo, e va ogni dì crescendo il numero delle fabbriche che somministrano questi preziosi materiali. All'ultima Esposizione universale di Parigi figuravano più di venticinque varietà di cemento, e sono oggidì accreditati: il cemento di Boulogne-sur-mer, quello di Pouilly, quello di Vassy, quello di Grenoble, quello della Valentine, i Portland francese e inglese, ed il cemento del bacino di Parigi.

Non è molto tempo che venne trovato presso Genova un cemento il quale fu esperimentato nel recente lavoro della condotta dell'acqua potabile per Torino. Sembra però che questo cemento non sia di qualità superiore e che non possa reggere alla concorrenza dei migliori cementi francesi. — In Lombardia presso Bergamo esiste pure una fabbrica di cemento di cui si fa uso nei lavori del canale Cavour, la cui presa venne riconosciuta piuttosto lenta e di poco superiore a quella delle buone calcine idrauliche.

88. **Fabbricazione dei cementi naturali.** — Il processo di fabbricazione dei cementi naturali varia secondochè devonsi essi ricavare da composti calcari argillosi allo stato di pietra od allo stato di terra.

Le pietre calcari argillose da cui voglionsi ricavare cementi si frantumano come le pietre da calce e si mettono in fornaci a fuoco intermittente od a fuoco continuo, quali sono quelle state descritte ai numeri 69 e 70. Le pietre da cementi, più facilmente delle pietre da calce, vanno in generale soggette a subire un eccesso di cottura, e per conseguenza il fuoco deve essere convenientemente moderato.

Per fabbricare cementi con terre cretacee argillose si usa generalmente di scavare quelle terre che non contengono più di 1/20 del proprio peso in sabbia, di pestarle sotto macine orizzontali,

e di formare con esse una pasta plastica coll'aggiunta di quella quantità d'acqua che è strettamente necessaria. Questa pasta, mediante appositi stampi, viene lavorata a foggia di mattoni, i quali, dopo d'aver subito un conveniente grado d'essiccamento all'aria, si sottopongono all'azione del fuoco in forni analoghi a quelli usati per la cottura della calce. A Boulogne, dove si fabbrica con questo metodo il Portland francese, la cottura vien fatta ad un grado di calore più elevato di quello che ordinariamente si ricerca nei forni a calce; si spinge il fuoco fino al calore bianco per tenacemente agglutinare la materia esposta a cottura e per separare, mediante la fusione, quelle sostanze la cui presenza è nociva alle buone qualità del cemento; e dopo si procede a separare dal totale prodotto della calcinazione quelle parti che si mostrano eccessivamente vetrificate e sotto forma di scorie.

89. **Fabbricazione dei cementi artificiali.** — I cementi artificiali si ottengono esponendo a cottura dei miscugli che siano una combinazione ragionata di tutte quelle sostanze che trovansi nei calcari argillosi i quali servono alla somministranza di cementi naturali. Fra i cementi artificiali è giustamente riputato il Portland inglese, che su ampia scala viene fabbricato ed impiegato in Inghilterra. Questo cemento si ottiene con un miscuglio di creta e di fango argilloso, che si espongono a triturazione sotto macine orizzontali e con una grande quantità d'acqua in modo da ottenere tutta l'omogeneità possibile. Le parti molto fine e quelle che sono talmente leggiere da poter stare sospese nell'acqua, sono sottratte dal miscuglio per decantazione, e la massa che ne risulta viene depositata in grandi bacini, dove si lascia finchè abbia preso una sufficiente consistenza per essere conformata in pani i quali, dopo una conveniente essiccazione all'aria, vengono disposti in fornaci in tutto analoghe a quelle da calce. Il grado di cottura viene spinto sino all'apparenza di principii di vetrificazione, e nel mentre si sforna si procede a separare dai prodotti ben cotti quelli che si mostrano vetrificati ed in istato di scorie.

90. **Cementi quali si trovano in commercio, e come si possono riconoscere le loro qualità.** — I buoni prodotti che si ottengono dalle pietre, dalle terre e dai miscugli calcari argillosi atti a dare cementi, subito dopo la calcinazione vengono ridotti in polvere col mezzo di macine verticali mosse mediante un maneggio a cavalli o da un'altra forza motrice qualunque. La polvere che ne risulta si passa ad uno staccio di tela metallica, e la polvere più fina che ricavasi dopo quest'operazione costituisce i cementi che si impie-

gano nell'arte di costrurre. Quando il sito in cui devono essere impiegati i cementi non è molto lontano dal luogo di loro fabbricazione e che immediatamente devono porsi in opera, si mettono e si trasportano in sacchi di tela; altrimenti si chiudono entro botti di legno, incatramate e guernite internamente di carta per facilitarne la conservazione mentre vengono trasportati in paesi lontani. È entro botti di legno che si trovano generalmente i cementi in commercio, ed in questo stato, pochi eccettuati, possono conservarsi più di un anno senza perdere notevolmente delle buone loro qualità.

Il colore dei cementi cangia dall'una all'altra varietà: il bruno oscuro, il bruno chiaro, il grigio, il giallo sono i colori che più di frequente s'incontrano: ed in generale si può ritenere che i cementi in commercio sono di buona qualità finchè conservano il colore che hanno abitualmente quando sono ben cotti e appena ridotti in polvere. È da osservarsi che anche i cementi chiusi in botti di legno finiscono, dopo un tempo più o meno lungo, a perdere parte delle loro virtù, e questo principalmente per l'impossibilità di poterli preservare dall'umido che quasi sempre si fa luogo attraverso alle pareti delle botti, guadagnando a poco a poco e senza interruzione la massa rinchiusa. I cementi deteriorati per questa causa si riconoscono facilmente, imperocchè non risultano più polverosi al tatto e si trovano in pezzi agglomerati che non si lasciano ridurre in polvere colla pressione delle dita.

Lo stato polveroso dei cementi, la facilità di ridurre in polvere i pezzi agglomerati colla semplice pressione delle dita, la conservazione del primitivo colore, mentre sono indizi che indicano non essere stati corrotti dall'umido, non bastano a disvelare le intime loro proprietà ed a manifestare in qual grado posseggono le qualità della rapida presa, della considerevole resistenza, dell'aderenza ai materiali da costruzione e dell'impermeabilità all'azione dell'umido. L'efficacia di un cemento dipende principalmente dalla sua composizione, dal modo di aggregazione delle diverse sostanze, dal grado di cottura, dalla maniera d'impiego e dalla località in cui deve essere impiegato. Il miglior mezzo per conoscere un cemento consiste nel sottoporlo a prove preventive, che si possono effettuare prendendone una piccola quantità, impastandola con acqua in modo da dargli una conveniente consistenza e mettendola all'aria e nell'acqua in condizioni analoghe a quella in cui deve essere messo in opera il cemento che si esperimenta, ed osservando, dopo qualche tempo, qual presa ha fatto e qual durezza ha

Digitized by Google

acquistato. Conviene però osservare che la coesione acquistata da un cemento dopo un mese o due non è sempre un indizio certo di superiorità o d'inferiorità pel suo avvenire, giacchè si è osservato che alcuni cementi ricchi di silice hanno finito per sorpassare in bontà altri cementi mostratisi di gran lunga superiori sul principio del loro impiego.

L'esperienza ha dimostrato che sono rispettivamente di 1300^{cg}, di 1375^{cg}, di 1318^{cg} e di 900^{cg} i pesi di 1^{mc} dei cementi Boulogne-sur-mér (Portland francese), di Grenoble a lenta presa, di Grenoble a rapida presa e di Vassy appena stacciati, che l'ultimo nei barili pesa 1200^{cg} per ogni metro cubo, e che dopo l'estrazione pesa 960^{cg}.

91. **Composizione chimica di alcuni calcari impiegati nella fabbricazione di cementi.** — Molti sono i calcari atti a fabbricare cementi e stati dai chimici analizzati. Per dare un'idea della composizione di questi calcari valga l'elenco che segue:

Calcare che dà il cemento Parker:

Carbonato di calce	65,7
» di magnesia	0,5
» di protossido di ferro	6,0
» di manganese	1,6
Silice	18,0
Allumina	6,6
Acqua	1,6
Totale	100,0

Calcare che dà il cemento di Boulogne, detto Portland:

Carbonato di calce	61,75
» di protossido di ferro	4,50
Silice	25,10
Allumina	7,25
Principii alcalini	0,40
Materie inerti	1,00
Totale	100,00

Digitized by Google

Calcare che dà il cemento di Pouilly:

Carbonato di calce	57,2
» di magnesia	3,6
» di protossido di ferro	6,6
Silice e allumina	25,2
Acqua	7,4
Totale	100,0

Calcare che somministra il cemento di Vassy:

Carbonato di calce	63,0
» di magnesia	4,0
Silice e allumina	27,0
Acqua	6,0
Totale	100,0

Calcare che dà il cemento a lenta presa della Porte-de-France o di Grenoble:

Carbonato di calce	51,63
» di magnesia	0,37
Silice	22,61
Allumina	19,79
Solfato di calce	5,60
Totale	100,00

Calcare che dà il cemento a rapida presa della Porte-de-France o di Grenoble:

Carbonato di calce	55,98
» di magnesia	0,37
Silice	22,10
Allumina	18,21
Solfato di calce	3,50
Perdite	0,04
Totale	100,00

Il pratico procedimento esposto al numero 77 può in ogni caso tornare vantaggioso per riconoscere se un dato calcare appartiene a quelli che producono cementi pel fatto della calcinazione.

92. **Modo di comportarsi dei cementi quando si bagnano con acqua a si tengono esposti all'aria.** — I cementi, mescolati con acqua, non fanno effervescenza, facilmente si induriscono, e si compie questo fatto, quando il cemento è di buona qualità, nell'intervallo di un'ora ed un minuto. Segue da ciò che i cementi non si possono bagnare che a misura del loro impiego, e che nell'adoprarli bisogna andare assai celeremente per far sì che l'indurimento abbia luogo quando essi trovansi in opera. Quest'osservazione, che si può dire generale per quasi tutti i cementi conosciuti, non si applica al cemento della Valentine, il quale, purchè si adoperi ad una media temperatura, può anche essere impastato nel cantiere, portato quindi sul luogo del lavoro; ed il quale diventa suscettivo di una presa immediata e di una forza di coesione eccezionale quando viene impastato con acqua portata a temperatura di 25° a 40°.

I cementi di Boulogne-sur-mer (Portland francese), di Grenoble a lenta presa, di Grenoble a rapida presa e di Vassy, nella riduzione allo stato pastoso subiscono una diminuzione di volume che è rispettivamente di 0,30, di 0,15, di 0,11 e di 0,17 del volume primitivo, e prendono un aumento di peso che è di 0,29 pel primo, di 0,21 pel secondo, di 0,23 pel terzo e poco più di 0,50 pel quarto considerato alla densità che ha dopo l'estrazione dai barili.

I cementi al contatto dell'aria assorbono una quantità d'acqua e di acido carbonico proporzionale alla quantità di calce che contengeno, e quando l'assorbimento è compiuto non sono più capaci di far presa se vengono impiegati da soli. I cementi che sono a presa tanto rapida da riuscire difficile il loro impiego si possono ridurre a presa più lenta, facendo loro assorbire un po' di umido e di acido carbonico dell'atmosfera col distenderli per qualche giorno a strati poco alti sotto una tettoia esposta ai venti.

93. **Impiego dei cementi e come si comportano sott'acqua e nell'aria.** — Molti e svariati sono gli usi dei cementi nell'arte di fabbricare. Essi tornano vantaggiosi nella ristaurazione di edifizi costrutti con cattivi materiali, nella costruzione di volte leggiere e di muri sottili non resistenti, negli intonachi di cisterne, di serbatoi, di vasche, di muri umidi e dove non possono resistere gli intonachi con calcine ordinarie; nelle opere soggette agli urti di acque agitate, nella preservazione delle opere in muratura dall'acqua e dall'umido che vi può arrivare per le terre con cui trovansi in contatto; nella fabbricazione di pianelle per pavimenti, di tubi per condotte d'acqua, ed in genere in tutte quelle opere

in cui deve continuamente agire la forza distruggitrice dell'acqua e dell'umidità. I cementi si usano anche per conferire l'idraulicità alle calci grasse, ed in alcune circostanze servono ad ottenere dei buoni risultati.

Gli energici effetti dei buoni cementi non vengono mai meno sott'acqua, in una terra fresca ed in siti costantemente umidi; in tali condizioni essi arrivano ad avere dopo qualche mese una durezza che anche le migliori calci idrauliche potrebbero appena raggiungere in dodici mesi. In pochi minuti e tutto al più in due ore fanno presa ed acquistano circa 1/5 della loro durezza finale. Accurate indagini tendono a persuadere come la durezza raggiunge rispettivamente 1/4, 1/3, 1/2, 2/3 e 9/10 di quella massima dopo tre giorni, dopo un mese, dopo tre mesi, dopo sei mesi e dopo un anno. Nella prima metà del secondo anno l'aumento di durezza, quantunque esista, pure non è sensibile. — I signori Claudel e Laroque, in seguito ad osservazioni fatte sulla malta di cemento Gariel impastato puro, asseriscono che dopo un mese d'immersione nell'acqua di mare, aveva essa raggiunta la resistenza alla trazione di 6^{cg},50 per centimetro quadrato, quella di 14^{cg},20 dopo sei mesi; quella di 17^{cg},70 dopo il primo anno, e finalmente quella di 20^{cg},30 dopo un anno e mezzo.

All'aria aperta i cementi non resistono così bene come sott'acqua. Vicat dice che qualsiasi cemento messo in opera, non mescolato con altre sostanze, contiene sempre una ragguardevole quantità d'acqua, la quale, anche dopo un asciugamento apparentemente completo, ascende ancora dal 16 al 20 per 100. Quest'acqua latente, non essendo totalmente fissa e combinata col cemento, finisce per diminuire col tempo, e sopratutto pei grandi calori di estate, e si verificano così delle profonde fenditure.

I cementi si adoperano quasi sempre in mescolanza colla sabbia, e parlando delle malte si vedrà meglio il modo di prepararli per l'esecuzione dei lavori.

CAPITOLO VI.

Pozzolane.

94. **Pozzolane e loro distinzione in naturali ed artificiali.** — Si chiamano *pozzolane* delle sostanze che ritrassero il loro nome da Pozzuoli, piccola città presso Napoli, nei cui dintorni vennero scoperte già da tempi immemorabili, che hanno la proprietà di produrre colla calcina grassa una combinazione capace di far pronta e solidissima presa tanto nell'aria quanto nell'acqua. La composizione delle pozzolane, per quanto spetta all'argilla ed alla calce pura, è, per ogni 100 parti in peso, da 61 a 90 parti d'argilla su 39 a 10 parti di calce.

Le pozzolane sono *naturali* o *artificiali:* le prime si estraggono direttamente dalla terra colla chimica composizione che loro conferisce la surriferita caratteristica proprietà; le seconde si ottengono sottoponendo a determinate operazioni delle sostanze che facilmente si possono modificare in modo da acquistare la proprietà caratteristica delle pozzolane.

Le pozzolane naturali più energiche sono lave o deiezioni vulcaniche, più o meno antiche, modificate per l'azione del tempo e degli agenti naturali, e composte essenzialmente di silice, di allumina e di protossido di ferro, alle quali si uniscono accidentalmente la magnesia, la calce, la soda, la potassa, e probabilmente altri principii in quantità appena ponderabili. Le pozzolane artificiali sono costituite dalle terre cotte molto argillose, da alcune arene torrefatte, da schisti, da basalti e da grès ferruginosi calcinati, da psammiti schistoidi, da ceneri di carbon fossile e di carbone vegetale, e talvolta anche da scorie.

95. **Pozzolane naturali più conosciute.** — Le pozzolane naturali vulcaniche, che furono prima scoperte in Italia ed in seguito in paesi di vulcani spenti, come nell'Auvergne, nel Vivarais, nella Guadalupa, ecc., non posseggono in egual grado l'energia di dare un impasto che si indurisce nell'acqua e nell'aria quando vengono mescolate colla calcina grassa. Queste sostanze, quali argille naturali cotte dai vulcani o provenienti dallo scioglimento delle lave porose ed anche dure vomitate dai crateri, per essersi trovate a

Digitized by Google

gradi di fuoco ben diversi, per le varie composizioni delle materie bruciate, per il tempo più o meno lungo per cui le sostanze vulcaniche sono rimaste sotto l'influenza degli agenti naturali, e per il miscuglio di materie eterogenee, manifestano delle innumerevoli varietà; per modo che non solo si riscontrano delle diversità notevoli nelle pozzolane che vengono da regioni diverse, ma anche in quelle che vengono da uno stesso paese, a seconda del luogo e della profondità dello scavo.

Le pozzolane naturali, secondo le varietà considerate dai moderni mineralogisti, si distinguono in porose, argillose, tufacee ed in trass. Le prime derivano da lave spugnose; le seconde, che sono più ricche d'allumina delle prime, presentano un aspetto di terre ocracee; le terze, che non sono il prodotto di una sola lava, e che presentano la riunione di frammenti eterogenei agglutinati, costituiscono una specie di tufo vulcanico; finalmente i trass, che sono molto conosciuti in Olanda, si presentano sotto forma di masse porose biancastre, composte di frammenti di pietra pomice, uniti da un cemento della stessa natura.

Nella Sicilia e in quella parte dell' Italia che fra gli Apennini e il mar Tirreno si estende da Napoli al confine meridionale della Toscana collo Stato Romano, si trovano abbondantissimi depositi di pozzolane vulcaniche. Nei dintorni di Roma trovasi della pozzolana rosso-bruna, che è tenuta la migliore di tutte; e ne esiste ancora un'altra qualità di color violetto carico, sparso di piccoli cristalli di pirossene. La pozzolana di Pozzuoli è bigia; quella della Torre dell'Annunciata è nera e riputata come assai buona; quella di Monte Paterno in Sicilia è rossiccia, e quella di Monte rosso è nerastra sparsa di pirosseni.

La pozzolana di Vivarais è anche molto accreditata, al pari di quella di Pozzuoli; appartiene alle pozzolane porose, e si dice che la eguagli in bontà.

Il peso di 1^{mc} di pozzolana varia da una qualità all'altra; per le pozzolane d'Italia è fra 1157^{cg} e 1228^{cg}, per la pozzolana di Vivarais oscilla fra 1085^{cg} e 1128^{cg}, per i trass sta fra 1071^{cg} e 1085^{cg}.

96. **Arene pozzolaniche.** — Si trovano in alcune località delle arene che posseggono in piccolo grado le proprietà pozzolaniche quando sono allo stato naturale, e che possono acquistarlo in grado molto elevato allorquando vengono sottoposte ad una leggiera torrefazione. Queste arene sono abbondantissime nei dintorni di Brest ed in molti luoghi della Bassa Bretagna: presso Saint-Astier, fra

Digitized by Google

Périgueux e Mucidan (Dordogne), si trova una sabbia irregolare, che, anche senza preventiva torrefazione, gode le proprietà pozzolaniche in grado piuttosto eminente.

Girard di Caudemberg pubblicò nel 1827 una notizia sulle arene pozzolaniche, e disse che esse sono generalmente sabbie quarzose, talvolta in parte silicee e calcari, a grani irregolarissimi, ineguali e miste d'argilla giallastra, rossa, scura e talora bianca, nella proporzione variabile da 1/4 a 3/4 del volume totale. Fra queste arene pozzolaniche si sono riconosciute di buona qualità quelle che contengono il 50 per 100 di terra argillosa composta di silice, di allumina e di tritossido di ferro.

Le buone arene pozzolaniche si trovano generalmente nelle creste che racchiudono il letto dei fiumi, dei torrenti, dei burroni; e Girard fa osservare che è ben difficile di rinvenirne di buona qualità nel fondo delle vallate. I banchi di tali sostanze si trovano soprapposti a tufi argillosi ed a roccie calcari; hanno tutti i caratteri di un deposito di allumina, e non è raro di trovarli separati da ghiaiette e da ciottoli fluitati, sparsi qua e là su tutta la massa. Gli strati d'arena pozzolanica presentano in massa un colore rosso-bruno o giallastro assai distinto; quando sono coperti da terra vegetale, ne sono separati in modo assai pronunciato; il loro taglio fa vedere come essi seguano le sinuosità del tufo e della roccia sulla quale posano, ed il tutto presenta i caratteri di un deposito lasciato dall'acqua.

Per riconoscere, almeno in modo approssimativo, la quantità di terra argillosa contenuta in un'arena, che già presenta i caratteri apparenti di quelle pozzolaniche, si può semplicemente procedere come segue: prendasi una data quantità della materia da sottoporsi a prova e si metta in un vaso relativamente grande; in questo si versi una quantità d'acqua piuttosto abbondante, e mediante una spattola si dibatta fortemente il miscuglio. In breve si vede che l'acqua si colora e, decantata immediatamente, porta con sè parte delle sostanze terrose contenute nell'arena. Si aggiunge nuova acqua e si continua l'operazione di aggiungere e di decantare acqua, finchè questa si mantiene limpida. Si raccoglie dopo questo fatto la sabbia che rimane al fondo del vaso, si lascia disseccare e si misura. La differenza fra il volume primitivo nella sostanza messa ad esperimento e quello della sabbia ottenuta dopo il lavacro dà il volume della terra argillosa indipendentemente da quella che si trova nei pori della sabbia, la quale può essere trascurata in questo genere di operazione; e paragonando

questo volume al volume totale dell'arena, si può avere un'idea delle sue qualità pozzolaniche.

97. **Pozzolane artificiali risultanti da argille calcinate allo stato di polvere.** — Se si prendono delle argille da stoviglie, o delle argille ocracee, o delle argille calcari secche, e se al loro stato polveroso si distendono a sottili strati sopra un crogiuolo di metallo e vi si tengono incandescenti per qualche tempo, si ottengono dei prodotti che mescolati colla calcina grassa danno al miscuglio la proprietà di indurirsi, e che sono per conseguenza vere pozzolane artificiali.

L'ingegnere Petot applicò pel primo e su grande scala questo procedimento a Brest; ed era in forni a riverbero che operava la calcinazione delle sostanze da cui voleva dedurre le pozzolane.

Il grado di calore necessario per la produzione delle pozzolane in discorso varia colla natura della materia prima impiegata, ed in seguito a numerose esperienze sembra potersi stabilire:

1° Che le argille da stoviglie danno eccellenti pozzolane, e che anche per una forte incandescenza non perdono gran fatto delle loro qualità;

2° Che le argille ocracee poco cotte danno mediocrissimi risultati, che migliorano progressivamente fino al grado di cottura di un buon mattone, e che al di là di questo punto decrescono all'infinito;

3° Che le argille calcari poco cotte danno buoni prodotti, e che, per una forte cottura, la loro energia diminuisce rapidamente e finisce per diventare nulla;

4° Che finalmente le argille ocracee, le quali contengono per lo meno 1/10 del loro peso di calce, esigono una cottura simile a quella necessaria per le argille puramente calcari.

Il procedimento pratico esposto al numero 77 facilmente conduce a determinare con approssimazione la quantità di calce contenuta in una data terra argillosa, e si può avere un'indicazione sufficiente del carbonato di calce che essa contiene nella differenza fra il peso della terra analizzata e quello dell'argilla rimasta sul filtro.

98. **Pozzolane artificiali risultanti dalla polverizzazione di laterizi cotti.** — I laterizi, formati come sono di argilla cotta, presentano una composizione che ha molta analogia con quella delle pozzolane vulcaniche, e quindi ridotti in polvere devono somministrare una sostanza capace di conferire le qualità idrauliche alle calcine grasse che con essa si mescolano. La sostanza che si ottiene riducendo

in polvere i laterizi si chiama *coccio*, e volgarmente anche *ceroso*: lo sminuzzamento si fa con pestelli ferrati o con macine, ed il prodotto si passa al vaglio di maglia o allo staccio, secondo che vuolsi un coccio di *qualità grossa* o di *qualità fina*. Nella maggior parte dei capitolati in cui viene indicato il coccio come pozzolana artificiale, si prescrive che esso sia formato con tegole o almeno con mattonetti, ed il motivo di tale prescrizione sta in ciò che gli indicati laterizi, siccome meno grossi dei mattoni comuni, si possono generalmente portare ad un grado uniforme di cottura nel complesso della loro massa, la quale uniformità è importante se non vuolsi ottenere un prodotto di mediocre qualità a motivo di diversi frammenti che difettano, taluni per mancanza e taluni per eccesso di cottura. I laterizi ferrioli sono proscritti nella composizione del coccio, imperocchè, in conformità delle esperienze citate nel precedente numero, l'energia del coccio diminuisce assai rapidamente a misura che i laterizi che lo somministrano s'avvicinano nella cottura allo stato di vetrificazione.

Treussart ha instituite accurate esperienze sul grado di cottura più conveniente nei laterizi che voglionsi impiegare nella fabbricazione del coccio e, in armonia con quanto venne detto nel precedente numero, fu indotto a conchiudere: che le terre argillose contenenti una grande quantità di calce danno un buon coccio quando sono poco cotte, ed un cattivo coccio quando sono ben cotte; che le terre argillose povere di calce esigono una forte cottura per dare cocci di buona qualità. In generale si può ritenere che il grado di cottura più conveniente dipende dalla qualità dell'argilla che si impiega per formare i laterizi, dalla qualità della calcina che deve entrare in miscuglio col coccio, e che in ogni caso particolare il miglior partito è quello di avere ricorso ad apposite esperienze che sempre si possono instituire col procedimento che segue.

Si prendano in una fornace tre laterizi foggiati come quelli che voglionsi impiegare nella fabbricazione del coccio, uno poco cotto, l'altro cotto a giusto grado, ed il terzo ben cotto. Questi tre laterizi si riducano separatamente in polvere ed i prodotti si passino ad un medesimo staccio fino. Ottenute le tre qualità di polvere, si facciano tre miscugli con due parti di polvere ed una di calcina spenta, impiegando quella quantità di acqua che è necessaria per dare a ciascuno di essi un egual grado di consistenza. Questi impasti si mettano ciascuno in un bicchiere e, quando hanno una consistenza mediocre, vi si versi sopra tant'acqua che vi riman-

Digitized by Google

gano totalmente sommersi; e dopo due o tre giorni di riposo si tocchino leggiermente col dito per riconoscere se cominciano a lapidificarsi; e, giunti a questo stato, si esaminino giorno per giorno e si osservi qual è quel impasto che più presto ha acquistato una durezza tale che, premuto fortemente col dito pollice, non dà più segni d'impressione. Generalmente avviene che ciascun impasto si trova coperto alla superficie di uno strato sottile di fanghiglia che talvolta impedisce di ben giudicare il grado di durezza che esso ha acquistato. In tal caso si getta via l'acqua torbida, si pulisce leggiermente la superficie di ciascun impasto con un pannolino, e quando non si riconosce raggiunto il massimo grado di lapidificazione, si ricopre con nuova acqua e si ripete quest'operazione ogni giorno finchè non trovasi raggiunto quel grado di tenacità. L'impasto che dà il maggiore ed il più rapido indurimento fa conoscere qual è il grado di cottura che conviene avere nei laterizi che voglionsi impiegare alla fabbricazione del coccio da mescolarsi colla calcina che servì nell'esperimento.

Il generale Treussart, in seguito alle accurate sue esperienze, fu indotto a credere che sia utile la presenza di una certa quantità di calce nelle terre argillose destinate a somministrare il coccio, ed a conchiudere che le terre argillose migliori sono quelle che contengono presso a poco parti uguali di silice e di allumina e dal 4 a 5 per 100 di carbonato di calce. Osserva di più che la presenza della calce è da tenersi in grande considerazione dal lato economico, imperocchè diminuisce il grado di cottura con economia di combustibile, e rende più facile la riduzione del coccio allo stato di polvere.

99. **Pozzolane artificiali risultanti da terre argillose mescolate colla calce.** — Un miscuglio di 1 a 3 parti di calce con 9 a 7 parti d'argilla, sottoposto ad un conveniente grado di cottura dà generalmente delle buone pozzolane artificiali. Il miscuglio si fa per via umida in un bacino circolare in cui girano delle macine verticali, armate su apposito maneggio, mosso da cavalli o da un'altra forza motrice qualunque. Nel fare l'impasto si purga il miscuglio di tutti i corpi eterogenei, e si procura di dare al medesimo una consistenza tale da potersi subito gettare in stampi per formare dei pani di forma parallelepipeda o prismatica triangolare. I pezzi così foggiati si lasciano disseccare all'aria, si cuociono in un forno a giusta misura, e si riducono in polvere con pestelli o con macine, la quale viene poi passata allo staccio. Queste pozzolane vennero impiegate con buon successo in costruzioni

Digitized by Google

di alta importanza, e basti il citare l'acquedotto di Guétin sull'Allier e quello di Digoin sulla Loira, ove l'impasto veniva formato con 1 parte in volume di calcina grassa estinta allo stato di pasta tenera e di 4 parti di una terra argillosa trovata sui luoghi e portata coll'addizione di acqua alla stessa consistenza della calce.

100. **Fornaci a pozzolana**. — I forni a calce, che vennero descritti nei numeri 69 e 70, possono benissimo servire alla cottura delle pozzolane artificiali, formate da un miscuglio di terra argillosa e di calcina grassa. In parecchie circostanze però si ebbe ricorso a fornaci di forma speciale, e furono riconosciute molto vantaggiose quelle costrutte al ponte acquedotto di Guétin.

Saint-Léger fece costrurre dei forni a due focolari, nei quali si può impiegare per combustibile o la legna o il carbon fossile. Questi forni, di cui si ha una rappresentazione nella figura 48 mediante mezza proiezione orizzontale, mezza sezione orizzontale passante pei focolari, mezza elevazione e mezzo spaccato longitudinale, consistono in un masso murale presentante esternamente la forma di un tronco di piramide ed avente internamente una cavità prismatica C le cui due dimensioni orizzontali sono 5^m e 1^m, e la cui altezza giunge a 5^m,60. Nei due muri perimetrali di minore lunghezza si trovano praticate le bocche *b* pei focolari *f*, che sono seguite da graticole *g* sotto le quali stanno i cenerari *c* aventi le loro bocche *b'* verticalmente sotto quelle dei focolari. Nel mezzo del forno, e fra i due muri di maggior lunghezza elevasi un masso prismatico M in muratura che per l'altezza di circa 1^m,50 al disopra del suolo dei cenerari si mantiene della larghezza costante di 2^m, per poi presentare due faccie inclinate per un'altezza di circa 1^m,60. Una vôlta *v* formata con mattoni refrattari copre ciascuno dei due focolari, il suo estrados trovasi all'altezza in cui cominciano le dette faccie inclinate, e le graticole sono poste a circa metà dell'altezza che hanno le vôlte sopra il livello del suolo dei cenerari. I focolari, l'interno del forno, il masso posto nel suo mezzo sono rivestiti di sostanze refrattarie, e le faccie inclinate di quest'ultimo presentano delle scanalature che servono a portare la fiamma verso il mezzo della fornace.

Il materiale da cuocersi si introduce per la parte superiore del forno, ed il fuoco si incomincia moderato fino ad ottenere il perfetto essiccamento nei pezzi sottoposti a cottura; dopo si attiva il fuoco e si mantiene in tutto per 36 ore all'incirca, coll'avvertenza di non spingere il calore al di là del rosso oscuro.

Si possono anche fare dei forni più piccoli di quelli che si sono

descritti, ed è anche possibile di lasciarvi sopra uno scompartimento in cui, utilizzando il calore che si disperde per l'apertura superiore, si possa ottenere il completo essiccamento del materiale a cuocersi.

101. Pozzolane artificiali ottenute collo schisto, col basalto, col grès ferruginoso, colle psammiti e colle ceneri. — Baggè fu il primo a scoprire l'impiego delle pietre schistose come pozzolane artificiali, e Gratien-Lepère fu il primo a farne l'applicazione in Francia. Le pietre schistose vengono sottoposte a cottura in forni da calce, e quindi si riducono in polvere. In generale i schisti silicei sono convenienti quando vanno mescolati con calcine grasse; i schisti ferruginosi sono più efficaci quando vengono adoperati con calcine già un po' idrauliche.

Il basalto, che è una roccia vulcanica, per lo più nera o bigia, molto dura e pesante, esposta all'azione del fuoco e quindi ridotta in polvere somministra una buona pozzolana artificiale. Le esperienze di Vicat si sono pronunciate in favore di questa pozzolana, e l'impiego fatto a Cherbourg dal De-Cessart hanno dimostrato qual è il vantaggio che se ne può ritrarre nell'arte di costrurre.

Esperienze di Vicat e di Dondin tendono a dimostrare come dotati di qualità pozzolaniche i grès ferruginosi calcinati e poscia ridotti in polvere. Queste pietre di colore bruno rossiccio agiscono sull'ago calamitato, non fanno effervescenza cogli acidi e non danno scintille sotto i colpi dell'acciarino. L'energia delle pozzolane derivanti dai grès ferruginosi non pareggia però mai quella delle pozzolane che si ricavano dalle argille calcinate, dagli schisti e dai basalti.

Le ceneri di carbon fossile e di carbone vegetale, mescolate colla calcina, danno al miscuglio la proprietà di resistere alle vicende atmosferiche di umido e di secco. Questa proprietà pozzolanica delle ceneri si riconosce facilmente raccogliendo quelle che, frammiste a calce minuta, si trovano nei focolari dei forni a calce: il miscuglio baguato con acqua e bene impastato fa presa come le calcine idrauliche.

Le scorie di ferro si impiegano talvolta come pozzolane, ma non sempre danno buoni risultati.

Brongniard chiama *psammite* un agglomeramento di grani di quarzo, di schisto, di mica e di feldispalto con una sostanza variabile. Le specie di psammiti sono numerosissime e le psammiti schistoidi, gialle, rosse, scure, a grani fini, assai facili a polveriz-

zarsi colle dita, untuose al tatto, che si impastano coll'acqua e che si induriscono all'aria ed al fuoco, formano una specie a parte, in cui l'ingegnere Avril fin dal 1824 ha riconosciuta una proprietà pozzolanica, poco considerevole e variabilissima finchè si mescolano colla calcina grassa allo stato naturale, e piuttosto energica quando vengono preventivamente sottoposte ad una moderata cottura.

102. **Composizione chimica di alcune pozzolane.** — Le pozzolane tanto naturali quanto artificiali, di cui si riporta la composizione, sono state analizzate da Vicat.

Pozzolana delle cave di S. Paolo di Roma:

Calce	8,80
Magnesia	4,70
Silice	45,00
Allumina	14,80
Protossido di ferro	12,00
Materie volatili	14,70
Totale	100,00

Pozzolana grigia di Napoli:

Calce	9,47
Magnesia	4,40
Silice	42,00
Allumina	15,50
Protossido di ferro	12,50
Materie inerti	2,50
Materie volatili	13,63
Totale	100,00

Pozzolana di Trass del Reno:

Calce	2,530
Magnesia	1,000
Silice	46,250
Allumina	20,715
Protossido di ferro	5,585
Materie inerti	8,570
Materie volatili	15,550
Totale	100,000

Pozzolana d'arena rossa d'Algeri:

Magnesia	2,65
Silice	45,50
Allumina	19,33
Protossido di ferro	8,92
Materie inerti	21,00
Materie volatili	1,75
Perdite	0,85
Totale	100,00

Pozzolana d'argilla fina ocracea:

Silice	65,50
Allumina	22,35
Protossido di ferro	10,40
Materie volatili	1,75
Totale	100,00

Pozzolana di schisto calcinato:

Calce	4
Magnesia	8
Silice	46
Allumina	26
Protossido di ferro	14
Perdite	2
Totale	100

Pozzolana di basalto calcinato:

Calce	9,50
Silice	44,50
Allumina	16,75
Protossido di ferro	20,00
Ossido di manganese	2,37
Soda	2,60
Perdite	4,28
Totale	100,00

Digitized by Google

CAPITOLO VII.

Gesso.

103. **Gesso, varietà, caratteri e proprietà delle pietre che lo somministrano.** — I solfati di calce idratati sottoposti all'azione del fuoco, perdono l'acqua che contengono e somministrano quel prodotto che chiamasi comunemente col nome di *gesso.*

I solfati di calce naturali, quantunque meno copiosi dei carbonati di calce, si trovano in moltissime regioni della terra, e presentano diverse varietà, fra cui sono assai conosciute: il *gesso filamentoso*, la *selenite, l'alabastrite* ed il *solfato di calce calcarifero.* Il *gesso filamentoso* è un solfato di calce naturale puro, confusamente cristallizzato. La *selenite* è un solfato di calce, che si presenta in natura sotto forma di cristalli voluminosi e suscettivi di essere divisi in lamine sottili e brillanti, e che somministra il gesso che pei lavori di scultura è il più bello ed il più appropriato. L'*alabastrite* o *falso alabastro* ha l'apparenza del marmo bianco, è dotato di una semi-trasparenza, e presenta qualche analogia coll'alabastro calcare, senza averne la bellezza e la solidità, e si impiega principalmente nella confezione di oggetti ornamentali. Il *solfato di calce calcarifero* è la pietra la cui composizione più si addice alla fabbricazione del gesso da impiegarsi nelle costruzioni, e, oltre il solfato di calce e l'acqua di cristallizzazione, contiene circa il 12 per 100 di carbonato di calce, d'argilla e di sabbia.

I solfati di calce naturali puri non danno scintille colla percussione dell'acciarino e non fanno effervescenza cogli acidi; sono un po'solubili nell'acqua , alla temperatura ordinaria si disciolgono in cinque cento volte il loro peso dell'indicato liquido, e danno quelle acque dette *selenitose* improprie alla cottura dei legumi ed ai bisogni della lavatura con sapone.

I solfati di calce perdono l'acqua di cristallizzazione ad una temperatura da 120 a 140 gradi, e quindi assai facilmente si arriva a dar loro il calore necessario alla cottura ed a convertirli in *solfati di calce anidri.* In questo stato, messi in contatto dell'acqua riprendono facilmente quella che hanno perduta e si scaldano in modo sensibile. I solfati di calce resi anidri diventano lenti nel-

l'assorbire l'acqua, allorquando furono esposti ad una temperatura superiore ai 160 gradi; e lo stesso si deve dire dell'*anidrite*, che è un solfato di calce che trovasi in natura senz'acqua e che rifiuta di combinarsi con tal liquido.

I solfati di calce che impiegansi nella fabbricazione del gesso diminuiscono di circa 1/4 del loro peso pel fatto della cottura, la quale si eseguisce in apposite fornaci in un intervallo di tempo che varia generalmente da 10 a 15 ore.

104. **Estrazione della pietra da gesso.** — L'estrazione delle pietre da gesso si eseguisce presso a poco come per le altre pietre, a cielo scoperto o mediante gallerie, e facendo uso di cunei in legno, di cunei in ferro, di leve e di mine. Gli operai che trovansi applicati all'estrazione delle pietre da gesso devono però avere grandi precauzioni, molta abitudine e una continuata attenzione, se pur non vogliono esporsi a gravi disastri: il cielo delle cave si presenta ordinariamente sfogliato e interrotto da fenditure ed in parecchi siti importa di sostenerlo costruendo dei pilastri e delle vôlte in muratura. La prudenza consiglia di rinforzare tutti i punti deboli, ed i muratori incaricati dall'esecuzione dei lavori di consolidamento devono procedere con tutte le avvertenze immaginabili, giacchè anche per piccoli urti sono talvolta avvenute delle considerevoli rovine.

Le pietre da gesso di una medesima cava non sono poi egualmente atte alla produzione di buon materiale da costruzione, e abitualmente sotto il cielo della cava e per l'altezza di circa 0^{m},65 trovasi uno strato poco solido, che gli operai scavano pel primo, ed il quale non fornisce che gesso di mediocre qualità; vien dopo un secondo strato dell'altezza di 0^{m},40 all'incirca che, al pari del primo, somministra pietra da gesso di qualità inferiore; seguono tre strati le cui altezze variano da 0^{m},28 a 0^{m},45, dai quali si ritrae pietra atta alla fabbricazione di eccellente gesso; poi tengono dietro tre altri con altezze comprese fra 0^{m},28 e 0^{m},45 che danno pietre da cui ricavasi gesso di mediocre qualità; quindi tre altri che danno le pietre da cui si ha il miglior gesso, e fin troppo energico se non si mescola al forno con pietre di altri strati; e finalmente si arriva ad un banco alto circa 1^{m}, da cui ricavasi gesso di mediocre qualità, ed insistente su un ultimo strato formante il letto della cava, costituito da pietra durissima che somministra eccellente gesso, ma che difficilmente si può estrarre per le difficoltà che derivano dall'acqua abbondante che trovasi a tale profondità.

105. **Fornaci a gesso.** — Nelle colline del Monferrato la cottura del gesso si fa entro fosse analoghe a quelle usate per la cottura della calce, e descritte al numero 69, ma di dimensioni minori, e colle interne pareti senza rivestimento. La carica della pietra a cuocersi deve essere fatta in modo che i pezzi di maggior volume si trovino più vicini al combustibile ed i minori più discosti, e bisogna incominciare dalla costruzione di un vôlto sufficientemente solido da poter sostenere l'intiera carica e col suo intrados elevato sul suolo della fornace per potervi accendere sotto il fuoco che viene generalmente alimentato da legni minuti e di poco valore. La cottura si giudica sufficiente allorquando le pietre calcinate nelle parti più alte della carica sono divenute bianche e facili a polverizzarsi: allora si cessa il fuoco, si lascia raffreddare la fornace e quindi si procede a scaricare il materiale cotto.

Fornaci fra tre muri verticali. — Nei dintorni di Parigi si pratica generalmente la calcinazione delle pietre da gesso su una superficie rettangolare (*fig.* 49) circondata su tre lati da muri verticali *m*, sottostante ad un tetto la cui copertura è in lastre disposte per modo da lasciar passaggio ai vapori che si sviluppano nell'atto della cottura. Parallelamente ai due muri laterali, e colle stesse pietre a gesso, si stabiliscono delle piccole gallerie *g* coperte a vôlta, più alte che larghe e separate da piedritti di egual larghezza. Sopra i vôlti, stabiliti in modo da esservi dei vani per il passaggio delle fiamme e del fumo, si pone l'intiera carica della pietra da cuocersi ridotta in pezzi, coll'avvertenza di far decrescere la loro grossezza di mano in mano che il mucchio si innalza, e di ricoprirlo con materiali di piccole dimensioni per impedire alle fiamme di sortire superiormente al forno, per tenere concentrato il calore, e per ripartirlo uniformemente su tutta la massa esposta a cottura. Il combustibile, che consiste generalmente in fasci di legna minuta ed in sterpi di cespugli, si accende sotto le dette gallerie; la combustione si fa lenta e moderata senza oltrepassare la temperatura conveniente alla produzione di un buon materiale; e, quando la cottura si giudica compiuta, si cessa il fuoco, si lascia raffreddare la massa calcinata e si procede alla sua estrazione dalla fornace.

I forni da gesso or ora descritti, modificati col far loro un zoccolo composto di muri bassi equidistanti, disposti parallelamente ai due muri laterali e portanti delle graticole, si prestano all'impiego del litantrace come combustibile. I vôlti delle gallerie si farebbero insistere sulle graticole ed i piedritti sopportanti detti vôlti formerebbero il seguito dei muri bassi componenti il zoccolo.

Fornace di Montmartre. — Nei dintorni di Parigi si trovano anche dei forni a gesso la cui interna capacità ha la forma di un solido di rivoluzione intorno ad un asse verticale. A Montmartre esiste un forno a gesso, di cui si ha nella figura 50 una sezione orizzontale all'altezza del focolare, mezza elevazione e mezzo spaccato meridiano, presentante esternamente la forma di un masso murale che si affonda nel terreno mediante un zoccolo cilindrico del diametro di 5^m e che, sotto forma di cilindro sormontato da un tronco di cono, si eleva su questo zoccolo per l'altezza di 5^m, riducendosi ad avere superiormente il diametro di 2^m. L'interna capacità è composta: di un cenerario cilindrico *c* largo 1^m,20, e attraversato all'altezza di 0^m,80 da una graticola *g*; di un focolare *f* colla sua bocca insistente su quella del cenerario, e coperto da una vôlta forata *v* avente il punto più alto del suo intrados all'altezza di 0^m,70 al di sopra della graticola; della capacità C in cui si mette il materiale a cuocersi che ha la forma di un solido di rivoluzione ad asse verticale colla massima larghezza di 1^m,80; e di una parte cilindrica B della larghezza di 0^m,80, che forma la bocca del forno per cui si opera il caricamento della pietra a cuocersi, e per cui si disperdono nell'aria i prodotti della combustione. La pietra da calcinarsi si appoggia direttamente sulla vôlta forata insistente al focolare; il fuoco si alimenta con qualsiasi combustibile a lunga fiamma, e l'estrazione del gesso si fa per un'apertura *a* che trovasi al livello dell'estrados della vôlta forata, e che si tiene ermeticamente chiusa durante l'operazione della cottura. Le bocche del cenerario e del focolare sono munite di apposite porte in ferro che, più o meno aperte, servono a regolare il tiraggio.

Fornace sistema Scanegatty. — Una fornace a gesso, che per la sua forma deve prestarsi assai bene ad un riscaldamento uniforme della pietra in essa esposta a cottura, e che conseguentemente deve somministrare ottimi prodotti, è quella stata proposta da Scanegatty, di cui, mediante una sezione orizzontale fatta a circa metà altezza dell'interna capacità e mediante uno spaccato passante pel mezzo del focolare, si ha la rappresentazione nella figura 51. — Questo forno consta di una capacità cilindrica C sormontata da una parte sferica C′, quella contorniata da robuste muraglie verticali M e questa contenuta in una vôlta a bacino avente un' ampia apertura A nel suo mezzo e otto feritoie *a* all'ingiro. L'apertura A è munita di un coperchio avente un foro nel suo mezzo, ed è per questo foro e per le otto feritoie *a* che si fa il tirante

Digitized by Google

d'aria necessario all'andamento della cottura. Al fondo della capacità cilindrica trovasi un vôlto *v* avente otto aperture, per le quali essa comunica con uno spazio di poca altezza, contiguo al focolare *f* e che riceve in *b* le fiamme. Queste passando per le otto fessure che si trovano nel vôlto *e* si portano nella cavità del forno in cui i pezzi di pietra da gesso si trovano accumulati in modo che la loro grossezza decresca dal fondo alla sommità del mucchio. Il fuoco si fa sulla graticola *g* e viene alimentato dalla corrente d'aria che vi fornisce lo spazio *c* che serve anche di cenerario. In *n* trovasi un'apertura che serve a tenere mondo e sgombro lo spazio che trovasi sotto il vôlto *v*; ed in *p* trovasi una porta destinata ad introdurre la pietra da porsi a cottura.

Il caricamento si fa, finchè è possibile, passando per la porta *p* e dopo passando per l'apertura superiore A. Durante la cottura si osserva per quali delle feritoie *a* si fa più forte il tirante; queste si chiudono allora dopo qualche tempo e si aprono quelle per le quali la corrente dei gas si mostra più debole. Per giudicare quando la pietra da gesso è abbastanza cotta, si accosta di tanto in tanto un ferro ben terso o altro corpo freddo ad una delle feritoie *a*, e quando su questo più non si condensa vapore si conchiude che la pietra da gesso è disidratata. Allora si chiudono tutte le aperture, si lascia che il forno si raffreddi per uno spazio non minore di 12 ore, e quindi si dà mano all'estrazione della pietra calcinata. In questo forno si deve impiegare combustibile che bruci con fiamma.

Fornace sistema Dumesnil. — Fra i forni a gesso tenuti in grande considerazione per l'eccellenza dei prodotti che somministrano vi sono quelli *sistema Dumesnil.* Uno di questi forni esistente a Mareuil-les-Meaux, e di cui si ha nella figura 52 mezza sezione orizzontale appena al di sopra del pavimento e lo spaccato per l'asse e pel mezzo della bocca del focolare, si compone di due parti: la prima è il focolare *f*, avente la forma di un tronco di cono rovesciato, coperto da una vôlta a bacino e posto col suo asse sul prolungamento di quello della capacità C della fornace circondata dai muri M; la seconda è il forno propriamente detto che presenta nel suo assieme la forma di un tronco di cono sormontato da una vôlta a bacino nel cui mezzo sorge un camino T in latta destinato a dare passaggio ai prodotti della combustione. Il focolare comunica all'esterno, da una parte mediante un condotto *a* pel quale si fa arrivare il combustibile, e dall'altra mediante un secondo condotto *c* che giunge al fondo del focolare medesimo e

che serve di cenerario. Dove cessa la parte conica del focolare vi sono dei fori *b* che, contorcendosi a guisa di mezza S, vanno a terminare nel pavimento della fornace ed in una camera cilindrica *d* coperta a vôlta e munita di frequenti e lunghe aperture su tutta la sua superficie convessa.

Si incomincia il caricamento della fornace passando per un'apertura *e* posta nel muro che la circuisce, la quale si trova colla sua soglia al livello del pavimento, e quando non riesce più possibile di introdurre il materiale per quest'apertura si trae partito di un'altra *e'* che sta nel vôlto della fornace. Le stesse aperture servono anche a scaricare il materiale cotto e si mantengono ermeticamente chiuse durante la calcinazione. Nel caricare la fornace si incomincia col disporre di grossi pezzi di pietra sul pavimento e attorno tutta la camera; dopo si mettono i materiali di dimensioni più piccole, e così si continua fino ad arrivare alla parte superiore del mucchio che si ricopre di pezzi minuti e di scaglie che sempre si ottengono nell'estrazione della pietra da gesso dalla sua sede natia. Le fiamme prodotte dal combustibile acceso nel focolare attraversando i fori a mezza S arrivano nella camera e, passando per le aperture di questa, vengono in contatto del solfato di calce e lo trasformano in gesso. Verso la sommità del tubo che costituisce il camino trovasi una lastra circolare in ferro *m*, che convenientemente mossa mercè una catena serve a chiudere più o meno la sezione del tubo ed a regolare opportunamente il tiraggio. Sulle reni della volta si trovano stabiliti dei tubi *t* comunicanti coll'interno della fornace, aventi superiormente delle valvole di sicurezza che, lasciando sortire i vapori ed i gaz sviluppatisi nella combustione allorquando la loro tensione è eccessiva, servono ad allontanare i guasti che altrimenti si manifesterebbero con frequenza nelle diverse parti dell'edifizio.

Le fornaci sistema Dumesnil possono tornare utili per qualsiasi combustibile a lunga fiamma, qualora il focolare venga separato dal cenerario mediante una graticola.

Indicazione di altre fornaci a gesso. — In alcune officine si fanno contemporaneamente le due operazioni tecniche di convertire il litantrace in coke e di cuocere la pietra da gesso. Il forno in cui si mette il litantrace e dal quale vuolsi estrarre il coke è posto al di sotto di quello a gesso; le fiamme fornite dai prodotti gasosi, che si estricano nella scomposizione del litantrace, dal primo passano al secondo, e quivi bruciano mediante una bastevole proporzione d'aria che vi si introduce con appositi spiragli.

Digitized by Google

I procedimenti di cottura a fuoco continuo, che vennero descritti nel numero 70 parlando della calcinazione delle pietre calcari, si possono evidentemente applicare anche per le pietre da gesso. Fra questi procedimenti però quello in cui la pietra si dispone per strati alternati col combustibile non può somministrare che dei prodotti grandemente impuri e sconvenevoli per la maggior parte degli usi a cui viene destinato il gesso.

106. **Preparazione del gesso per gli usi a cui si destina nell'arte di fabbricare.** — Il gesso cotto e bastantemente raffreddato si espone a triturazione, la quale viene fatta sotto macine in pietra o con cilindri metallici, o anche in molini composti di una massa di ferro piriforme scanellata a spirale nella sua superficie, girante attorno di un asse verticale in un ricettacolo pure di ferro e scanellato a spirale. Il gesso, ridotto prima in pezzi non più grossi di un novo, vien posto in un imbuto che lo porta e lo costringe a passare fra la massa piriforme in rotazione ed il ricettacolo in cui questa gira, e ne sorte pel disotto allo stato di polvere sottile, che si inchiude in sacchi per essere messo in commercio. Le macchine che si impiegano nella triturazione del gesso possono essere mosse da motori animati o da motori inanimati: nelle piccole fabbriche si impiegano i motori animati e nelle grandi officine si trae partito di qualche caduta d'acqua o si applica la forza motrice del vapore.

Il gesso si impiega nelle costruzioni allo stato di polvere a grani più o meno fini e si distingue: il *gesso di cesta* che è quello il quale trovasi allo stato in cui lo ottiene il fabbricante in seguito alla triturazione; il *gesso stacciato* che è quello passato per uno staccio di crine; e il *gesso fino* che è quello che si ottiene passando allo staccio di seta i prodotti della triturazione. Si distinguono ancora le *moschette* ed il *fior di gesso*: le prime sono i residui lasciati del gesso stacciato e che si rendono utili nel fare lavori grossolani quando vengono mescolati con altro gesso; il secondo è un gesso a grani più minuti di quelli del gesso passato allo staccio di seta e che si ottiene raccogliendo il pulviscolo che si attacca molto facilmente ad una pala quando su essa si fa saltare il gesso triturato.

Il gesso pestato pesa da 1199^{Cg} a 1228^{Cg} per ogni metro cubo, e da 1242^{Cg} a 1257^{Cg} quello stacciato.

107. **Conservazione del gesso.** — Il gesso cotto, e principalmente quando è ridotto allo stato di polvere, ha una grandissima tendenza per combinarsi coll'acqua, assorbe assai rapidamente l'u-

Digitized by Google

midità dell'aria, e viene così a perdere quelle qualità che ha acquistate pel fatto della cottura. Per ovviare almeno in parte a quest'inconveniente bisogna depositare il gesso in luoghi ben asciutti, e può riuscire di qualche vantaggio la pratica di ammucchiarlo su un suolo ben secco e non in contatto di muri, di innaffiarne la superficie con un po' d'acqua in modo da formare una crosta che valga a difendere il gesso sottostante dalle influenze atmosferiche.

Nelle località in cui non si ha gesso, e dove per conseguenza bisogna farlo venire da lontani paesi, è necessario fare il trasporto in botti ben chiuse onde impedire i tristi effetti dell'umidità; e qualora risulti possibile, è sempre miglior partito quello di far venire le pietre da gesso e di sottoporle a cottura sul luogo stesso dell'impiego.

108. **Norme per conoscere la qualità del gesso.** — Qualunque sia la forma di una fornace a gesso, sempre avviene che in una medesima fornata si ottengono dei prodotti a diverso grado di cottura a motivo dell'impossibilità di poter uniformemente ripartire il calore in tutta la massa esposta all'azione del fuoco. Tanto l'eccesso quanto il difetto di calcinazione conducono a prodotti di cattiva qualità, e quindi il triturare da sole le pietre ben calcinate è operazione assai commendevole, e che molto contribuisce alla solidità dei lavori in gesso. Il prodotto che si ottiene dalla triturazione dal gesso ben cotto si dice *gesso fino* o *bianco*, e si chiama *gesso bigio* quello che deriva dalle pietre mal calcinate e dai noccioli che sempre si trovano nel mezzo dei pezzi voluminosi. Quando si macinano assieme tutti i prodotti che si ricavano da una medesima fornata, si ottengono quei gessi di qualità inferiore, che sono forse i più frequenti nel commercio e che si chiamano *gessi comuni*.

In generale si riconosce il gesso di buona qualità da ciò che presenta un colore biancastro, che riesce dolce ed untuoso al tatto, che, chiuso entro il pugno, ritiene l'impressione della mano mandando un odore forte e piuttosto spiacevole, che assorbe assai rapidamente l'acqua con cui viene impastato e che fa una pasta omogenea la quale assai facilmente si attacca alle dita. I gessi di cattiva qualità presentano per lo più un colore giallastro, assorbono assai imperfettamente l'acqua, fregati colle dita si mostrano aspri, e sotto la compressione della mano si comportano presso a poco come le pietre calcari polverizzate.

Un procedimento assai semplice, e che non può indurre in errore

sulle qualità di un gesso è il seguente: si prenda un pugnello di gesso ad esperimentarsi e si impasti con circa la metà del suo volume di acqua; appena comincia a prendere consistenza, lo si foggi colla mano in un pezzo allungato ed in tale stato si lasci per sette o otti minuti. Il gesso esperimentato è di cattiva qualità quando dopo l'indicato tempo presenta una piccola tenacità e che è friabile come la terra; ed è di buona qualità allorquando oppone una certa resistenza alla rottura.

109. **Modo di comportarsi del gesso quando viene bagnato con acqua.** — Il gesso di buona qualità, bagnato con acqua, ne assorbe immediatamente una quantità considerevole, e, ridotto a molle poltiglia, in breve tempo si indurisce e fa presa, prendendo una consistenza che varia secondo la qualità del gesso.

Nel mentre il gesso dallo stato di polvere passa a quello di poltiglia, e da questo allo stato di corpo consistente, hanno luogo alcuni interessanti fenomeni: il gesso riprende l'acqua che da esso venne scacciata nella cottura; si opera una cristallizzazione confusa, nella quale più migliaia di piccoli cristalli, formatisi quasi istantaneamente, vengono ad aderire gli uni agli altri ed a formare un tutto ben solido; ha luogo uno svolgimento di calore proveniente da quello che abbandona l'acqua nel solidificarsi; e finalmente si verifica un accrescimento di volume proveniente da ciò che, durante la cristallizzazione rapida e confusa, non è concesso alle molecole il tempo necessario ad aggiustarsi convenientemente prima che abbia luogo la presa.

L'esperienza ha dimostrato che un gesso ben cotto e allo stato di polvere può assorbire un volume d'acqua eguale a quello che ha perduto pel fatto della cottura; che 1^{mc} del medesimo può produrre $1^{mc},18$ d'impasto al primo istante della sua solidificazione; e che giunge all'1 per 100 il rigonfiamento che si verifica dopo 24 ore.

110. **Impiego del gesso.** — Il gesso ridotto allo stato di pasta, mediante la quantità d'acqua necessaria, solidificandosi ha la proprietà di aderire assai bene alle pietre naturali, ai laterizi, al ferro, e in generale a tutte le superficie ruvide; contrae poca aderenza coi legnami, e assai difficilmente si attacca a tutte le superficie liscie; non resiste alle azioni dell'umido ed alle esalazioni animali, sotto le quali si sfoglia e si sfarina; ed esposto a veementi calori si disidrata e si converte in una massa friabile priva affatto di coesione. Il gesso, riparato dall'umido, dalle esalazioni animali e dai calori di fuochi intensi, dà risultamenti piuttosto buoni; e

la prontezza della sua presa lo rende assai prezioso nelle opere nelle quali si richiede una pronta solidificazione.

La quantità d'acqua da mescolarsi col gesso per ridurlo allo stato di pasta, va regolata in correlazione alla natura dei lavori da eseguirsi, e ritenendo che nei lavori ordinari si richiedono presso a poco volumi eguali dell'una e dell'altro, si impiegherà: un minore volume d'acqua in tutti quei lavori in cui si vuole che il gesso mantenga tutta la sua forza e nei quali è possibile di procedere immediatamente al suo impiego; un maggior volume quando si richiede molto tempo per mettere in opera il gesso; e finalmente si formerà un impasto suscettivo di colare come un liquido allorquando devesi impiegare per l'otturamento di buchi nei quali non può entrare la cazzuola. Una pratica riconosciuta come buona nel formare gli impasti di gesso è quella di mettere prima la quantità d'acqua necessaria nella conchetta, di spandere uniformemente il gesso colla cazzuola e di rivoltarlo per ottenere un miscuglio omogeneo. Allorquando un impasto di gesso non ha la consistenza sufficiente all'impiego che deve ricevere, l'operaio deve lasciarlo riposare per qualche istante finchè abbia la consistenza voluta e impiegarlo nel seguito con molta rapidità, imperocchè l'esperienza dimostra che il gesso appena incomincia a far presa non tarda molto ad avere quella durezza che lo rende incapace di essere maneggiato.

Nell'impiego del gesso non bisogna mai obbliare il rigonfiamento che esso prende nel portarsi al massimo grado di solidificazione di cui è capace: e se questa proprietà del gesso può essere vantaggiosa in alcune circostanze, può d'altra parte risultare assai dannosa dal lato della solidità degli edifizi, giacchè numerosi accidenti hanno messo in evidenza come la forza espansiva che manifesta il gesso nell'aumentare di volume allorquando si indurisce è capace di rovesciare i muri e sollevare i vôlti contro cui agisce.

111. Chimica composizione delle pietre da gesso. — I solfati di calce naturali sono riputati tanto più puri, quanto più la chimica loro composizione si approssima a quella definita da 32,9 parti di calce, 46,3 d'acido solforico e 20,8 d'acqua. I solfati di calce che somministrano i migliori gessi per costruzioni non presentano la composizione riferita, e generalmente sono quelli che abbiamo chiamati *solfati di calce calcariferi*. Così la pietra a gesso dei dintorni di Parigi contiene:

Solfato di calce	70,39
Acqua	18,77

Digitized by Google

Carbonato di calce	7,63
Argilla	3,21

La cognizione approssimata della quantità di calcare contenuto in una pietra da gesso si può acquistare assai facilmente col seguente processo: polverizzato un pezzo della pietra che vuolsi esperimentare, se ne mette un peso determinato in un bicchiere o in un vaso inverniciato di terra contenente dell'acqua, e vi si versa sopra dell'acido idroclorico diluito; si agita il miscuglio finchè non si mostrano più effervescenze; si lascia riposare, e dopo qualche ora si decanta il liquido inclinando dolcemente il vaso; dopo si lava il deposito a più riprese con acqua pura, lasciandolo sempre riposare prima di ripetere la decantazione. Quando si riconosce che l'acqua impiegata nel lavacro non è più acidulata, si distende la materia rimasta insolubile su un foglio di carta, si lascia ben seccare, e quindi si pesa. La perdita di peso rappresenta con molta approssimazione il carbonato di calce contenuto nella pietra assaggiata, e l'ossido di ferro, se pure ne esiste: il peso della materia rimasta insolubile dà un'idea della quantità di solfato di calce il quale non può essere intaccato dall'acido idroclorico.

112. **Marmo artificiale.** — Si è osservato che il gesso, tenuto per un mese in una soluzione di allume ottenuta con 1 parte di questo sale e con 12 o 13 parti d'acqua alla temperatura di 15 gradi, si indurisce considerevolmente ed in guisa da resistere a percosse di corpi duri e ad urti assai violenti. Quest'osservazione fece nascere il pensiero che i miscugli di gesso e di allume dovessero somministrare dei prodotti suscettivi del più grande indurimento, e produsse il ritrovato dei marmi artificiali, la cui fabbricazione consiste nell'ottenere prima un prodotto di gesso mescolato con allume che chiamasi *gesso allumato*, nell'unire questo prodotto a materie coloranti e nel formare degli impasti che coll'indurimento imitano meravigliosamente i marmi e gli alabastri e quasi tutte le pietre da costruzione. — I procedimenti che si seguono nella pratica per conseguire il gesso allumato sono due.

Il primo consiste nello spezzare la pietra da gesso in pezzi non più grossi di un uovo; nel disidratarli entro un forno a riverbero o in altra fornace che facilmente si presti a tale operazione; nel collocarli in panieri o in casse di legno traforate; e nell'introdurle in una soluzione fatta con 100 parti di acqua e 12 di allume alla temperatura di 35 gradi. Il gesso, estratto dal paniere o dalla cassa con cui venne collocato nel bagno, si riporta nuovamente al forno dal quale, in seguito ad un'altra cottura spinta

fino al totale discacciamento dell'acqua, si estrae il gesso allumato, che viene poi sottoposto a triturazione e passato allo staccio.

Il secondo procedimento, che è forse più economico del primo, inquanto che esige una sola cottura, si riduce a polverizzare la pietra da gesso con 3 per 100 del suo peso di allume, a calcinare il miscuglio in un forno a riverbero e nel sottoporlo dopo ad una seconda triturazione.

Il gesso allumato, bagnato con 55 a 60 per 100 del suo peso d'acqua, si indurisce assai più lentamente del gesso puro. Elsner osservò che il gesso allumato non prende durezza notevole quando si bagna con sola acqua, e che invece, idratandolo con una soluzione di 1 parte di allume in 12 a 13 parti d'acqua, prende una durezza molto ragguardevole. La presa dei gessi allumati è più tarda e più lenta di quella dei gessi puri, ma in compenso la massa acquista una durezza che si approssima a quella dei marmi e degli alabastri, con una semi-trasparenza che facilmente si riconosce sugli spigoli e nelle parti più sottili degli oggetti con essi fabbricati.

Col gesso allumato ridotto in pasta si fabbricano oggetti in rilievo per ornare appartamenti e pianelle per pavimenti, i quali per molto tempo si possono lavare con acqua e mantenere di un bel pulimento senza che soffrano sensibili alterazioni.

CAPITOLO VIII.

Malte.

113. Malte di uso più frequente nelle costruzioni. — Il nome di *malta,* che corrisponde a qualsiasi sostanza ridotta in pasta e avente la proprietà di indurire e di rimanere aderente ai materiali da costruzione con più o meno grande tenacità, viene principalmente applicato ai prodotti che si ottengono dalle calcine in mescolanza colle sabbie o colle pozzolane, e dai cementi, talvolta anche dai gessi, in mescolanza colle sabbie.

114. Acqua da impiegarsi nella composizione delle malte. — Le acque limpide e pure, quelle dei torrenti e delle sorgenti nelle quali scarseggiano le materie saline ed in cui è poca la quantità di sostanze organiche, sono quelle che generalmente vengono pre-

scritte nella fabbricazione delle malte. Talvolta però si ammette anche l'acqua di mare, e sulla convenienza o sulla sconvenienza dell'impiego di quest'acqua vale quanto già si disse al numero 84 parlando dell'estinzione delle calci.

115. Sabbie da impiegarsi nella composizione delle malte. — Diverse sono le opinioni dei costruttori sull'ufficio disimpegnato dalle sabbie nella composizione delle malte: alcuni pretendono che la maggior parte delle sabbie abbiano la proprietà di provocare nella calcina con cui si trovano in contatto un'azione chimica favorevole all'indurimento delle malte; alcuni altri sconoscono totalmente quest'azione e vogliono che le sabbie siano materie inerti che si mescolano colle calcine nell'intento di rendere meno dispendioso l'impiego di queste ultime, e tutto al più per rendere insensibili i ristringimenti che subiscono le calcine grasse nel disseccarsi: alcuni altri finalmente ravvisano le sabbie come sostanze essenziali sotto il rapporto dell'aumento di coesione che conferiscono alle malte in cui si trovano combinate colle calcine. Lasciando ai trattanti di chimica applicata la discussione dei casi in cui le sabbie provocano realmente un'azione chimica nelle calci, e considerandole solamente sotto il rapporto della coesione delle malte, viene confermato dalle esperienze che devono in generale presentare grani irregolari ed angolosi, e non essere impure.

Dai moderni costruttori le sabbie di fiume e di torrente sono riputate migliori di quelle fossili, perchè più facilmente si trovano pure. In quanto alle sabbie di mare, è da ritenersi che accurate esperienze di Treussart hanno accertata una qualche influenza del sale marino per rendere più o meno idrauliche le calcine, cosicchè prima di proscrivere definitivamente le sabbie marine converrà procedere ad apposite esperienze ed assicurarsi se alle volte non è il caso di ottenere malte migliori di quelle che potrebbe somministrare l'impiego delle sabbie fluviatili e delle sabbie fossili. Le costruzioni murali fatte con malte in cui entrano le sabbie marittime presentano per qualche tempo alla loro superficie delle efflorescenze saline, cosicchè, occorrendo di adoperare dette sabbie in costruzioni in cui le efflorescenze produrrebbero cattivo aspetto, converrà disporle sul lido per strati dell'altezza di circa $0^{m},50$ in siti in cui non possano giungere le onde del mare, e così lasciarle almeno un anno prima di impiegarle, affinchè restino dilavate dalle pioggie.

Rancourt, esaminando le durezze rispettive delle sostanze naturali del regno minerale, ha conchiuso che l'ordine di preminenza

delle sabbie è il seguente: sabbia silicea, sabbia basaltica, sabbia quarzosa, sabbia granitica, sabbia calcare e sabbia vulcanica.

In generale si deve ritenere che le sabbie grosse sono preferibili alle fine nella composizione delle malte con calcine grasse, e che per contro colle calcine idrauliche sono preferibili le sabbie fine, purchè siano a grani palpabili, duri e netti. Vicat ha instituito delle esperienze su sabbie eminentemente silicee con grani di diversa grossezza, ed ha conchiuso doversi assegnare alle sabbie il seguente ordine di preminenza:

Per le calcine comuni, arena, sabbia comune, sabbia fina;

Per le calcine mediamente idrauliche, sabbia comune, sabbia fina, arena;

Per le calcine eminentemente idrauliche, sabbia fina, sabbia comune, arena.

Le calcine impiegate da Vicat erano state estinte per immersione; il celebre esperimentatore però presume che i risultati ottenuti siano del pari applicabili agli altri processi di estinzione, e sembra che quanto si è ottenuto per le sabbie quarzose si possa applicare anche alle altre sabbie, e principalmente alle calcaree ed alle vulcaniche.

Le conclusioni di Vicat furono confermate in parte da parecchie altre esperienze instituite su calcine comunque estinte; e Saint-Léger ha trovato che la sabbia dà una malta assai migliore quando si pratica la lavatura, se occorre, ma non la vagliatura.

116. **Quantità degli ingredienti che entrano nella composizione delle malte, e distinzione delle medesime in comuni, idrauliche e cementizie.** — Le sostanze che entrano nella composizione delle malte devono essere determinate per esperienze e nello scopo di avere delle malte *piene*, con quell'energia e con quelle proprietà idrauliche che sono richieste dalla natura del lavoro in cui devono essere impiegate.

Le malte si dicono *piene* allorquando la calcina che in esse si trova è sufficiente a riempire tutti i vuoti che esistono fra i grani di sabbia. Un'esperienza assai semplice serve a determinare in modo sufficientemente esatto le proporzioni di calcina e di sabbia che sono necessarie per dare una malta piena. Si riempia un vaso di capacità nota con sabbia convenientemente asciutta, e vi si versi sopra la quantità d'acqua necessaria finchè il suo livello giunga alla superficie superiore della sabbia. Il volume dell'acqua versata rappresenta sufficientemente bene il volume della calcina in pasta da mettersi in mescolanza colla sabbia posta nel vaso, se vuolsi

una malta piena, e, una volta instituita con accuratezza un'esperienza e che si hanno i volumi di calcina e di sabbia corrispondenti, risulterà agevole di dedurre, mediante una regola di proporzione e per gli stessi materiali, qual è la quantità di sabbia che deve mettersi in miscuglio con una data quantità di calcina.

Per conoscere le proporzioni di calcina e di sabbia, o di calcina e di pozzolana, o di calcina, di sabbia e di pozzolana, o di cemento e di sabbia, da impiegarsi per avere una malta più o meno idraulica e con maggiore o con minore grado di energia, conviene anche procedere per via di esperimenti facendo diversi miscugli ed esaminando come si comportano, sia per riguardo al tempo che impiegano nell'indurire, sia rispetto al grado d'indurimento che subiscono.

Distingueremo le malte in *comuni*, *idrauliche* e *cementizie*. Chiameremo *malte comuni* quelle che non sono suscettive di rapida presa e che per natura degli ingredienti che le compongono risultano convenienti per costruzioni aeree, ma non per costruzioni subacquee; diremo *malte idrauliche* quelle che sott'acqua hanno la proprietà di indurire e di far presa più o meno rapidamente; e finalmente attribuiremo il nome di *malte cementizie* a quelle atte a lapidificarsi più o meno prontamente all'aria, sotto terra e nell'acqua.

117. **Generalità sulla fabbricazione delle malte.** — Le malte devono sempre essere ridotte in modo da presentare una pasta omogenea, in cui non si veggano particelle di calce pura, senza ciottoli, senza biscotti, senza materie eterogenee, e non mai troppo liquide.

La fabbricazione delle malte si deve fare sopra aie di tavoloni uniti a filo vivo, o sopra lastrici in pietra, o sopra un terreno duro e ben mazzarangato. Nei cantieri in cui vanno confezionate grandi quantità di malta, ed in cui per qualche tempo devono essere conservate, è necessario lo stabilimento di apposite tettoie.

Quando la manipolazione delle malte vien fatta colla pala o colla marra maneggiate da uomini, è bene operare sopra volumi non eccedenti 1/3 di metro cubo, se vuolsi che il rimescolamento risulti facile. Quando si devono comporre delle malte cementizie a presa molto rapida, a misura del loro impiego si fa l'impasto in un apposito mastello da malta, facendo uso della cazzuola per il rimescolamento dei diversi ingredienti.

Importa poi di tenere sempre presente agli operai addetti alla fabbricazione delle malte che non bisogna impiegare che la quan-

tità d'acqua strettamente necessaria alla confezione dell'impasto. Le malte in cui entra troppa acqua perdono molte delle buone loro qualità, e si ottengono i migliori prodotti quando la calcina è pastosa e sufficiente a dare il conveniente grado di viscosità. Una malta è generalmente troppo liquida quando, conficcata verticalmente nell'impasto una pala o la lama di una cazzuola, si cava senza che vi siano attaccate delle particelle di malta.

118. **Malte comuni.** — Le malte comuni si fanno generalmente con calcina e con sabbia, e si usano due diversi modi per confezionarle, secondo che si adopera calcina viva in pietra o calcina in pasta.

Il Ponza di San Martino nel pregievolissimo suo prontuario parla di tre specie di malte comuni, e, supponendo gli ingredienti misurati a volume, indica:

1° La malta confezionata di 1 parte di calcina comune misurata in pietra e di 3 parti di sabbia;

2° La malta composta di 1 parte di calcina comune ridotta in pasta ed estinta col metodo ordinario, e di 2 parti di sabbia;

3° La malta fabbricata con 2 parti di calcina comune in pasta anche estinta col metodo ordinario e con 3 parti di sabbia.

La malta comune con calcina viva in pietra si fa generalmente preparando un'aiuola circolare colla sabbia necessaria per formare un impasto totale del volume di circa 1/3 di metro cubo; riducendo la calcina viva in pezzi della grossezza di una noce o d'un uovo al più; ammonticchiandola nel mezzo dell'aiuola e versandovi sopra a poco a poco con innaffiatoi un volume d'acqua eguale ad 1/3 di quello della calcina. Appena si vedono delle effervescenze si copre la calcina colla sabbia dell'aiuola e si turano le crepolature che di mano in mano vanno manifestandosi alla superficie del mucchio; e appena cessata ogni effervescenza, si mescolano le materie a secco colla pala e poi colla marra di ferro in modo da non distinguere la calcina dalla sabbia, e quindi si ammonticchia di nuovo la mistura, che, in tale stato ed al riparo dell'umido, delle pioggie e del vento, si può anche conservare per lo spazio di due mesi. Il miscuglio formato come si è detto non si trova allo stato di pasta che deve avere per essere impiegato come malta, e vi si riduce rimenandolo colla marra e aggiungendovi l'acqua necessaria. Questa seconda operazione deve essere fatta a misura dell'impiego della malta, e gli ingegneri devono assolutamente rifiutare quelle malte in cui l'acqua necessaria per ridurle allo stato di pasta venne introdotta da più di tre giorni prima del

Digitized by Google

loro impiego. — La malta numero 1° si stima ben manipolata allorquando il suo volume è eguale a quello della sabbia stata impiegata.

Per fabbricare le malte con calcina in pasta si mescolano subito colla pala o colla marra di ferro tutte le materie che devono entrare nella loro composizione, mettendovi l'acqua necessaria ad ottenere una conveniente pastosità. Le malte così confezionate devono essere subito impiegate, e giammai si dovranno ammettere come buone quelle che sonosi lasciate indurire prima del loro impiego. — Le malte indicate coi numeri 2° e 3° saranno bene confezionate allorquando il rimescolamento ha rispettivamente ridotti i loro volumi ai 4/5 ed ai 5/6 di quelli delle materie adoperate.

Claudel e Laroque hanno trovato che 0^{mc}.370 di calcina grassa e 0^{mc},950 di sabbia somministrano un 1^{mc} di malta comune.

119. **Malte idrauliche.** — Le malte idrauliche sono quelle che si compongono di calcina idraulica e di sabbia, o di calcina un poco idraulica con sabbia e pozzolana, oppure di calcina comune con pozzolana.

Il Ponza di San Martino, nel mentre dice che la confezione delle malte idrauliche si fa come per le malte comuni, indica due specie di malte idrauliche, che ambedue si riducono, dopo la manipolazione, ad avere volume eguale a quello della sabbia impiegata, e composte come segue:

1° Malta idraulica formata di 1 parte di calcina idraulica viva e di 3 parti di sabbia comune;

2° Malta idraulica fatta con 2 parti di calcina idraulica in pasta mescolata con 5 parti di sabbia.

La malta idraulica indicata al numero 1°, dopo il primo rimescolamento si lascia in riposo per dodici ore, e tutto al più si può conservare ammucchiata per lo spazio di otto giorni.

Claudel e Laroque, come risultati di numerose osservazioni e di accurate esperienze, hanno dedotto potersi ottenere buone malte idrauliche, osservando, per ogni metro cubo di malta, gli ingredienti che seguono:

Per una malta poco idraulica: 0^{mc},340 di calcina grassa estinta per fusione con 0^{mc},820 di coccio; 0^{mc},250 di calcina grassa anche estinta per fusione con 0^{mc},940 di sabbia unita a 0^{mc},200 di pozzolana.

Per una malta idraulica: 0^{mc},333 di calcina idraulica estinta per fusione con 1^{mc},020 di sabbia; 0^{mc},370 di calcina idraulica anche estinta per fusione con 0^{mc},950 di sabbia; 0^{mc},440 di calcina idrau-

lica estinta per immersione con $1^{mc},000$ di sabbia; $0^{mc},450$ di calcina poco idraulica estinta per fusione con $0^{mc},450$ di sabbia unita a $0^{mc},450$ di pozzolana.

Per una malta molto idraulica: $0^{mc},360$ di calcina idraulica estinta per fusione con $1^{mc},000$ di sabbia e $0^{mc},040$ di pozzolana; $0^{mc},400$ di calcina idraulica anche estinta per fusione e $1^{mc},000$ di sabbia; $0^{mc},480$ di calcina idraulica estinta per immersione con $1^{mc},000$ di sabbia, oppure $0^{mc},650$ di calcina idraulica in pasta con $1^{mc},000$ di sabbia.

120. **Malte cementizie con calcina, sabbia e pozzolana.** — Il Ponza di San Martino indica undici diverse composizioni di queste malte cementizie formate in volume:

1° Con 2 parti di calcina in pasta, 3 di sabbia e 1 di coccio;

2° Con 4 parti di calcina in pasta, 3 di sabbia e 3 di coccio;

3° Con 1 parte di calcina in pasta, 1 di sabbia e 1 di coccio;

4° Con 2 parti di calcina in pasta, 1 di sabbia e 2 di coccio;

5° Con 1 parte di calcina comune viva in pietra e 2 parti di coccio;

6° Con 4 parti di calcina idraulica in polvere, 1 di sabbia lavata e 2 di pozzolana;

7° Con 2 parti di calcina comune in pasta e 3 di coccio;

8° Con 1 parte di calcina comune in pasta e 3 parti di coccio o di pozzolana;

9° Con 1 parte di calcina idraulica in pasta, 2 di sabbia e 1 di coccio;

10° Con 1 parte di calcina idraulica in polvere passata allo staccio fino, mescolata con 2 parti di sabbia e 1 di pozzolana;

11° Con 3 parti di calcina comune viva in pietra, 1 parte di calcina comune in polvere, 16 parti di pozzolana fina e 4 parti d'acqua.

Le malte cementizie indicate coi numeri 1°, 2°, 3°, 4° e 7° saranno confezionate per volumi non maggiori di 1/3 di metro cubo, distendendo su un'aiuola le materie che devono entrare nella loro composizione, mescolandole subito colla pala e poi colla marra di ferro munita di capocchie alla parte inferiore, ed aggiungendovi la quantità d'acqua necessaria per avere una duttilità conveniente. Le malte cementizie indicate coi numeri 1°, 2°, 3° e 4° si terranno come ben confezionate allorquando il loro volume sarà ridotto ai 5/6 di quello di tutte le materie impiegate, e la malta controsegnata col numero 7° dovrà essere ridotta per la manipolazione ai 33/50 del volume della materia messa in mistura. — Queste malte

Digitized by Google

dovranno essere impiegate subito dopo la loro fabbricazione, e, nel caso che quest'immediato impiego non sia possibile, bisognerà farle rimarreggiare pel tempo necessario, e giorno per giorno, onde impedirne l'asciugamento: così facendo, le malte cementizie indicate ai numeri 1°, 2°, 3° e 4° si potranno anche impiegare dieci giorni dopo la loro confezione, e quarantotto ore dopo quella accennata al numero 7°.

Per la fabbricazione della malta cementizia indicata al numero 5° si riduce la calcina viva in pezzi della grossezza di una noce o di un uovo al più, e si ammonticchia nel mezzo di un'aiuola circolare formata col coccio che deve entrare nella malta, prendendo tali quantità di calcina e di coccio che risulti un impasto il cui volume sia circa 1/3 di metro cubo. Disposte così le cose, s'innaffia il mucchio poco a poco, e impiegando un volume d'acqua eguale ad 1/4 di quello della calcina, coll'avvertenza di perfettamente coprirla col materiale dell'aiuola quando dà segno di effervescenza, e di turare le crepolature che di mano in mano si manifestano coll'umettare il mucchio. Appena cessata ogni effervescenza si rimenano le materie impiegate colla pala o colla marra a capocchie, in prima a secco e poi aggiungendovi circa un volume d'acqua eguale alla metà della calcina adoperata onde ridurre la mistura ad una pasta molle. Quest'impasto si lascia in riposo per un lasso di tempo non minore di ventiquattro ore e non maggiore di tre giorni in un sito fresco e difeso dall'umido, e dopo questo tempo si termina la manipolazione colla marra a capocchie e senza l'aggiunta di nuova acqua finchè la malta riesca ben duttile, untuosa ed atta ad essere impiegata. Nel caso che dando mano al secondo rimescolamento si trovi l'impasto troppo secco e non marreggiabile, si ridurrà allo stato pastoso stemperandolo con acqua di calce. — La malta cementizia di cui stiamo discorrendo si reputa ben manipolata allorquando il suo volume è ridotto ai 2/3 di quello delle materie mescolate.

Dovendosi fare la malta cementizia indicata al numero 6°, si mescoleranno prima i diversi ingredienti a secco colla pala e colla marra, e quindi coll'aggiunta di una quantità d'acqua eguale ad 1/3 del volume della calcina. Quando l'impasto sarà ridotto ben omogeneo si lascierà in riposo, e si farà il secondo rimescolamento pel tempo e nel modo stati indicati per la malta cementizia numero 5°.

La fabbricazione della malta cementizia numero 8° si fa cercando prima, con un esperimento in piccolo, la quantità d'acqua neces-

saria per fare un impasto piuttosto consistente; ponendo in un mortaio ben calafatato la quantità di calcina che vuolsi impiegare, rimenandola ben bene colla marra, aggiungendovi a poco a poco tutta la quantità d'acqua riconosciuta necessaria, e mescolando dopo colla pasta molle che ne risulta la dose prescritta di coccio o di pozzolana.

Analogamente viene confezionata la malta cementizia numero 9°: la calcina si riduce mediante l'acqua necessaria a formare l'intiero impasto allo stato di pasta molle, e poi si getta e si mescola a poco a poco la sabbia ed il coccio già mescolati assieme per via secca.

La malta cementizia numero 10° si ottiene mescolando prima i tre ingredienti a secco in un mortaio o in un mastello da malta; aggiungendovi in una sol volta tutta l'acqua che, in seguito ad un esperimento in piccolo, si è riconosciuta necessaria per fare un impasto denso, rimestando prontamente il miscuglio onde ridurlo in pasta prima che incominci l'estinzione della calcina; e, continuando il rimescolamento per alcuni minuti finchè la calcina siasi spenta. Quando si mette la quantità d'acqua necessaria, risulta una malta con buona consistenza e che si deve impiegare subito dopo l'estinzione della calcina. La presa di questa malta è simile a quella del gesso quando s'impiega prima che sia compita l'estinzione.

La malta cementizia numero 11° risulta di buona qualità allorquando si spegne la calcina in pietra con tutta l'acqua che occorre alla quantità di malta che vuolsi formare, si mescola la pozzolana nel latte di calce che ne risulta in guisa da formare una mistura omogenea, e vi si aggiunge la calcina in polvere, rimenando il tutto colla cazzuola. Questa calce cementizia si fa a misura dell'impiego, e non può più essere impiegata mezz'ora dopo la sua confezione.

121. **Malte cementizie di cemento e sabbia.** — Le malte cementizie che più di frequente si fanno col cemento di Vassy, e che si trovano riportate negli scritti di Claudel e Laroque, si compongono:

1° Con 3 parti di cemento e con 1 parte di sabbia;
2° Con 2 parti di cemento e con 1 parte di sabbia;
3° Con 3 parti di cemento e con 2 parti di sabbia;
4° Con 1 parte di cemento e con 1 parte di sabbia:
5° Con 2 parti di cemento e con 3 parti di sabbia;
6° Con 1 parte di cemento e con 2 parti di sabbia;
7° Con 2 parti di cemento e con 5 parti di sabbia;

8° Con 1 parte di cemento e con 3 parti di sabbia:
9° Con 2 parti di cemento e con 7 parti di sabbia;
10° Con 1 parte di cemento e con 4 parti di sabbia;
11° Con 2 parti di cemento e con 9 parti di sabbia;
12° Con 1 parte di cemento e con 5 parti di sabbia.

Le malte indicate ai numeri 1°, 2°, 3° e 4° si impiegano per intonachi di fossi, di cisterne, di serbatoi, ecc., e per tutte quelle opere nelle quali si richiedono come principali condizioni l'aderenza e l'impermeabilità. Le malte controsegnate coi numeri 5°, 6° e 7° sono quelle il cui uso è più frequente: esse si impiegano con gran vantaggio in rinzaffi di muratura in pietra ed in mattoni; per fare cappe e per intonacare muri, sia nuovi, sia vecchi; per ristaurare vecchi paramenti in pietra da taglio; per riparare muraglie di fondazione, ed in generale per tutti i lavori, sia sommersi, sia esposti alle vicende atmosferiche. Le malte coi numeri 8° e 9° sono impiegate assai vantaggiosamente per i muri, per le vôlte e pei massi in cui la condizione di completa impermeabilità non è indispensabile, e dove è possibile di lasciarle indurire prima che vengano sottoposte a violenti pressioni. Le malte, nelle quali la proporzione di cemento è minore di quella che si verifica nella malta indicata al numero 9°, cominciano ad essere magre ed a perdere gradatamente le loro qualità principali, tanto sotto il rapporto dell'aderenza, quanto sotto quello dell'impermeabilità.

Le composizioni delle malte cementizie fatte con cemento di Vassy, tenendo conto della differenza di densità delle diverse varietà di cemento, si possono ordinariamente applicare a tutti i cementi suscettivi di produrre con un peso eguale di polvere il medesimo volume di pasta. Nondimeno quando si ha da scegliere fra diversi cementi, conviene provarli in mescolanza colla sabbia che devono ricevere nel loro impiego; imperocchè arriva ben soventi che, mentre cementi di diversa provenienza si comportano nello stesso modo quando vengono impiegati da soli, somministrano dei risultati ben diversi allorquando vengono mescolati anche con una medesima quantità di sabbia.

La fabbricazione delle malte cementizie con cemento e sabbia richiede delle grandi cure, se pur si vogliono avere dei prodotti buoni e vantaggiosi nelle opere cui vengono destinate. Verrà qui indicato il procedimento generalmente seguito nel confezionare le malte con cemento di Vassy. L'operaio, preso un mastello a fondo rettangolare, lungo 1^{m} e largo 0^{m},60, in cui si è soppressa una delle pareti laterali più lunghe, ed in cui le altre tre si innalzano perpen-

dicolarmente al fondo per l'altezza di 0m,20, colloca in esso le dosi convenienti di cemento e di sabbia, e quindi, mediante una sottile cazzuola in acciaio o in ferro, con manico piuttosto lungo, mescola le materie a secco e le dispone a mo' di diga lungo il lato aperto del mastello. Versa dopo tutta l'acqua giudicata necessaria alla confezione della malta, il cui volume non deve mai sensibilmente eccedere la metà di quello del cemento in polvere, coll'estremo della cazzuola, e per piccole parti fa rapidamente passare il materiale nell'acqua, la quale non tarda ad essere assorbita, e quindi agita il tutto per formare un miscuglio preparatorio, che getta lungo uno dei lati di minor lunghezza del mastello. Dopo di ciò l'operaio tritura le più piccole particelle comprimendole fortemente colla cazzuola e facendole passare contro il lato opposto del mastello; poi ricomincia l'operazione di bel nuovo, e quest'operazione del trituramento vien fatta due, tre e talvolta anche quattro volte, finchè ne risulta una pasta omogenea in tutte le sue parti, con aspetto lucente e leggermente untuosa. Quest'operazione, che può essere fatta dall'operaio stesso che deve impiegare la malta cementizia, viene generalmente eseguita da operai appositi, i quali, ottenuta la malta cementizia, la versano in una secchia per portarla sul luogo dell'impiego. Coll'esposto procedimento si possono fare per ogni volta da 1 a 6 decimetri cubi di malta.

Per l'esecuzione di grandi lavori di muratura si impiegano soventi delle malte cementizie magre; la grande quantità di sabbia rallenta notevolmente la loro presa, e la manipolazione si può fare colla marra, mescolando prima le materie a secco, disponendole in modo da formare una specie di bacino circolare, versando in esso la quantità d'acqua necessaria, ed operando dopo la triturazione, rimenando il miscuglio fino ad ottenere un impasto omogeneo e ben triturato.

122. **Malte bastarde.** — Si chiamano *malte bastarde* quelle che risultano mescolando malte comuni, malte idrauliche e terre grasse con gesso, con calcina in polvere e con cemento.

Il Ponza di San Martino indica quattro diverse composizioni di malte bastarde:

1° Con 1 parte in volume di malta comune e 1 parte di gesso in polvere;

2° Con 1 parte di malta idraulica e 1 parte di gesso in polvere;

3° Con 4 parti di malta idraulica e 1 parte di calcina in polvere della stessa natura;

Digitized by Google

4° Con 2 parti di malta di terra grassa e 1 parte di gesso in polvere.

Gli ingegneri Claudel e Laroque asseriscono che si possono ottenere delle malte bastarde molto energiche, aggiungendo a quelle fatte con calcine grasse da 1/10 a 1/15 del loro volume di cemento di Vassy.

Le malte bastarde si fabbricano presso a poco come venne detto per le malte cementizie di cemento: si prende un mastello, si versa in esso la malta da impiegarsi, e coll'aggiunta d'acqua si rende molto chiara; a mano a mano del bisogno si mette il gesso o la calcina in polvere o il cemento, e poi si rimesta la mistura colla cazzuola finchè non sia più possibile di distinguere il gesso o la calcina in polvere o il cemento dalla malta. — Le malte bastarde devono essere messe in uso appena confezionate; e non possono più servire quelle che si sono lasciate lapidificare prima dell'impiego.

Le malte bastarde composte di malta idraulica e di calcina idraulica in polvere e quelle formate con malta comune e con cemento, s'impiegano ben di frequente nella fabbricazione delle masse murali, e allora, a motivo della grande quantità di cui si ha bisogno, si fabbricano, come per le altre malte, su apposite aiuole, usando della marra per rimescolare la calcina in polvere o il cemento alla malta liquida già preparata, e facendo questo rimescolamento a misura che la malta bastarda deve essere adoperata.

123. **Malte di calcina e sabbia, oppure di calcina e argilla mescolate con borra.** — In molte località, in cui mancano il gesso ed i cementi, si pratica soventi di fare gli intonachi ed i rivestimenti di soffitti (*plafonds*) mediante una malta (*blanc en bourre*) composta di calcina in pasta e di sabbia, oppure di calcina e di argilla in mescolanza colla borra.

La fabbricazione di questa malta si fa generalmente impiegando calcina estinta già da alcuni mesi, passandola ad una gratella a maglia così fina da trattenere i biscotti, le pietruzze e tutte le materie straniere, e mescolandovi poscia della sabbia molto fina, di buona qualità ed in proporzioni convenienti. Preparata la malta risultante da queste materie, rimenandola con un bastone, vi si versa sopra a poco a poco ed a più riprese della borra, e si procura di avere un miscuglio con consistenza conveniente all'uso cui si vuol destinare.

Fra tutte le borre, sono migliori quelle che provengono dalle pelli e dalle cimature dei panni, perchè bene si collegano colle

sostanze a cui trovansi mescolate, e perchè non sono soggette ad agglomerarsi. Come si vedrà parlando degli intonachi e dei soffitti, l'impiego della malta con borra deve essere fatto per strati: nella malta per gli strati che devono rimanere coperti si può impiegare la borra colorata; e la borra bianca, che è la più dispendiosa, conviene riservarla per formare quelle malte che voglionsi impiegare nella composizione degli strati apparenti. Le malte di calcina, sabbia e borra risultano generalmente migliori di quelle in cui viene sostituita l'argilla alla sabbia.

124. Fabbricazione meccanica delle malte. — Nei grandi cantieri e per quelle opere in cui occorre l'impiego di una grande quantità di malta, i processi di fabbricazione delle malte a braccia d'uomini sono generalmente surrogati da procedimenti meccanici che principalmente si riducono a tre: quello dei molini a ruote, quello delle tinozze a rastrelli e quello delle viti orizzontali.

Molini a ruote di Saint-Léger. — I molini a ruote, quali li ha immaginati Saint-Léger, consistono generalmente in due ruote verticali a quarti larghi col diametro di 1^m,80 per 0^m,15 di gavello, montate su un maneggio mosso quasi sempre da cavalli, e giranti in una vasca circolare la cui sezione è un trapezio isoscele. La vasca ha il suo fondo costituito da materiali molto resistenti, il suo raggio medio è generalmente di 1^m,40, la sua larghezza superiore di 1^m,00, la inferiore di 0^m,60 e la profondità di 0^m,40. Nel centro della vasca circolare trovasi un masso murale in cui è fisso un albero colla squadratura non minore di 0^m,20 e solidamente conficcato nel detto muro. Quest'albero è terminato all'estremità superiore da un cardine coll'altezza di circa 0^m,15 e col diametro presso a poco di 0^m,13; attorno a questo cardine è adattato un anello di ferro fuso con due orecchioni orizzontali, ed una traversa di legno lunga 8^m,00 è fissata nel suo mezzo all'anello dell'albero. Questa traversa, che ha circa 0^m,35 di squadratura nel mezzo, va diminuendo di grossezza verso le estremità per guisa da poter servire di sala alle due ruote, le quali posano sul fondo della vasca circolare in modo che una rade l'orlo interno e l'altra l'orlo esterno. Tutto il sistema vien messo in movimento mediante due cavalli, ciascuno dei quali è attaccato ad una estremità della traversa. Due lame in ferro, foggiate a guisa di vomeri d'aratro, una a destra e l'altra a sinistra del centro di rotazione, servono a distaccare le materie che vengono ad aderire alle pareti del bacino, a rivoltarle ed a facilitarne il miscuglio. — Generalmente si pratica nella parete esterna della vasca un'apertura con saracinesca

e si connette al meccanismo mobile una specie di pala avente la forma della sezione trasversale della vasca, che, durante la manipolazione si tiene sospesa in modo da non toccare le materie sottoposte a mescolanza, e che, discendendo nella vasca quando le malte sono formate, le fa cadere per l'accennata apertura su un piano inclinato, il quale le porta in un sito al disotto di quello della vasca di circa 2^{m},40, e coperto da una tettoia per mettere le malte al riparo del sole e della pioggia dal momento della loro fabbricazione fino a quello del loro impiego. Generalmente il suolo dell'apparecchio di cui stiamo ragionando è rialzato sul suolo naturale, ed è su questo che si fanno venire le malte dopo la loro manipolazione.

Per fabbricare le malte mediante il descritto apparecchio si incomincia dal prendere le giuste proporzioni degli ingredienti che si devono impiegare misurandoli in apposite carriuole che si fanno venire fino alla vasca: dopo si versa in questa la calcina in pasta coll'avvertenza di non accumularla in un sol luogo; si fa fare qualche giro alle ruote per rammollire e ripartire uniformemente la calcina in tutta la vasca, si aggiunge un po' d'acqua se occorre; e quindi, senza arrestare il movimento della macchina si versa successivamente e su tutta l'estensione della vasca la quantità di sabbia necessaria. Nel mentre il miscuglio si va facendo, si riempiono le carriuole per fabbricare nuova malta e si conducono presso il maneggio. L'esperienza dimostra che occorrono da 20 a 25 minuti per fare da 0^{mc},800 a 0^{mc},900 di malta.

Si fanno anche dei molini a ruote verticali con una sola, e di quelli con tre e con quattro ruote. I molini di una e di due ruote possono essere mossi da un sol cavallo; quelli di tre e di quattro ruote da due cavalli: se però i molini sono di dimensioni piuttosto grandi, si impiegano quasi sempre tanti cavalli quante sono le ruote.

Tinozze a rastrelli di Bernard e tinozze di Roger. — La fabbricazione meccanica delle malte mediante tinozze a rastrelli consiste nell'impiegare delle botti formate di legno di quercia coll'altezza di circa 1^{m},50, col diametro medio di circa 1^{m},10, leggiermente allargantisi nell'alto, chiuse in basso e portanti lateralmente alla loro parte inferiore un'apertura chiudibile a volontà con porta ad incastro, e che serve alla sortita della malta già manipolata. Internamente a queste botti ed a differenti altezze si trovano delle traverse di ghisa incrociate, taglienti e munite di denti: un albero verticale disposto secondo l'asse della botte porta pure delle tra-

Digitized by Google

verse taglienti e con denti incrociantisi con quelli delle traverse fisse.

Si pratica la fabbricazione della malta con queste tinozze mettendovi prima la calcina allo stato di pasta, rammollendola e distribuendola quasi per tutta l'altezza della botte, col dare alcuni giri all'albero. Si aggiunge dopo di mano in mano la sabbia, e, quando si riconosce che il miscuglio è omogeneo, si apre l'apertura che trovasi al fondo e si lascia sortire la malta fabbricata.

Le tinozze di cui si è parlato furono immaginate dall'ingegnere Bernard, e l'architetto Roger vi apportò due importanti modificazioni: la prima consiste nel far sortire la malta non solo per l'apertura laterale, ma anche per aperture praticate nel fondo della botte, il che ne facilita di molto il vuotamento; la seconda è quella dell'aggiunta di dischi di ghisa all'albero della macchina, i quali, acciaccando la malta contro il fondo delle botti, operano non solo la mescolanza delle materie ma anche la macinatura, il che è un gran vantaggio principalmente quando si impiegano sabbie argillose.

Si costruiscono delle botti di Roger di tutte le dimensioni: se ne fabbricano di quelle che possono essere manovrate da un solo, da due, da tre e da quattro uomini; di quelle il cui albero vien messo in moto da uno o da due cavalli.

Viti orizzontali di Greveldinger. — I procedimenti meccanici possono anche essere applicati alla fabbricazione delle malte formate con cemento e con sabbia in grande proporzione onde ritardare la presa. Il signor Michel Greveldinger ha recentemente immaginato un apparecchio che consiste: in una tramoggia in legno o in latta nella quale si gettano colla pala le sostanze secche che devono comporre la malta già convenientemente preparate; in un distributore ad asse verticale che si muove sul fondo orizzontale dalla tramoggia, e che senza interruzione fa passare le materie per un'apertura laterale dalla quale cadono all'estremità di una vasca orizzontale, dove si muove una vite di Archimede con 14 spire formate di latta, lunga 1^{m},55 e col diametro, misurato all'estremo delle spire medesime, di 0^{m},17. Al disopra dell'indicata estremità della vasca è disposto un tubo di ferro portante dei piccoli fori che a guisa di un innaffiatoio distribuisce l'acqua necessaria alla fabbricazione della malta, la quale sorte all'altra estremità della vasca dopo di aver seguito le spire della vite di Archimede che costituisce l'organo manipolatore. Due puleggie di trasmissione, di cui una è folle, sono imperniate sull'asse della vite, e, mediante un cingolo, servono a trasmettere l'azione del motore ed a mettere

Digitized by Google

in moto la macchina. Un pignone conico, posto all'estremo dell'albero della vite, ingrana con una piccola ruota conica d'un diametro presso a poco doppio ed inalberata sull'asse del distributore, che per tal modo riceve il suo movimento.

La macchina di Greveldinger, economica senza dubbio sotto il riguardo della mano d'opera, non sembra destinata a dare i migliori risultati nella confezione delle malte cementizie, inquantochè produce l'impasto per effetto di una divisione delle parti anzichè per triturazione e per acciaccamento delle diverse sostanze, che sono le condizioni indispensabili ad una buona confezione di malte idrauliche, che hanno grande influenza nella coesione che esse possono acquistare, e che forse meglio si possono raggiungere colle tinozze di Roger.

Nei grandi cantieri si è qualche volta indotti a trarre partito della forza del vapore nella fabbricazione dalle malte; con questo mezzo si accelera notevolmente il lavoro, e nel medesimo tempo ottiensi una sensibile economia nel prezzo di fabbricazione. Una macchina a vapore può mettere in movimento più molini; e con una locomobile della forza di tre a quattro cavalli si può vantaggiosamente lavorare coll'impiego di alcune tinozze di Bernard o di Roger, e con parecchie viti di Greveldinger.

125. **Durezza, coesione finale ed aderenza delle malte.** — L'assorbimento dell'acido carbonico dell'aria e quindi la trasformazione della calce in carbonato di calce è la causa da cui dipende l'indurimento delle malte di calcina grassa impiegate in costruzioni esposte all'aria. L'esperienza dimostra che la presa da cui deriva l'indurimento incomincia dal manifestarsi alle parti esteriori, e che a poco a poco l'acido carbonico arriva alle parti interne e tanto più lentamente quanto più le parti già solidificate sono dure e profonde, e nei massi di grande spessore non si arriva a trovare quel grado di coesione che si può considerare come finale se non 200 o 300 anni dopo la loro esecuzione. La coesione finale di cui sono suscettive le malte di calcina grassa si può ritenere come compresa fra i limiti $1^{Kg},25$ a $2^{Kg},50$ per ogni centimetro quadrato.

Le malte di calcina idraulica, impiegate in costruzioni subacquee, si induriscono principalmente per una combinazione che ha luogo fra l'idrato di calce ed i silicati di allumina e di calce, e raggiungono quel grado di indurimento che si può considerare come finale in un lasso di tempo che non è maggiore di quattro anni. Nei sei mesi che immediatamente seguono l'epoca del loro impiego, l'indurirsi si fa assai più rapidamente che nei sei mesi successivi;

nel secondo anno la durezza non aumenta che da 1/5 a 1/4 di quella già acquistata, ed al di là del secondo anno non è più sensibilmente apprezzabile.

L'impiego delle malte con calcina idraulica e sabbia non si deve limitare soltanto alle costruzioni sommerse, che anzi l'esperienza dimostra conseguirsi molta maggior solidità nelle costruzioni emerse allorquando si fa uso non di calcina grassa ma di calcina idraulica. La spiegazione di questo fatto riesce facile, se si osserva che sono due gli elementi che concorrono all'indurimento delle malte idrauliche esposte all'aria: l'acqua che sempre si trova in quantità più o meno abbondante nella malta; l'acido carbonico che viene assorbito dall'atmosfera. — La forza di coesione, che acquistano le malte di calcine idrauliche impiegate in costruzioni esposte a tutte le intemperie, per ogni centimetro quadrato si può ritenere come variabile fra 2^{cg} e 5^{cg} se trattasi di malte con calcine poco idrauliche, fra 5^{cg} e 9^{cg} se trattasi di malte con calcine idrauliche ordinarie, e fra 9^{cg} e 15^{cg} se le malte sono formate con calcine eminentemente idrauliche.

Le malte composte di calcina grassa e di buona pozzolana, sommerse nell'acqua dolce, raggiungono la metà della loro coesione finale due mesi dopo la loro immersione, e non manifestano più aumento sensibile di durezza alla fine del terzo anno. La coesione di tali malte, che dipende dalle qualità delle materie impiegate nella loro composizione e dai processi di fabbricazione, si può ritenere come compresa fra i limiti assai lontani di 5^{cg} a 15^{cg} per ogni centimetro quadrato.

Sull'aderenza delle malte coi materiali da costruzione si può ritenere: che in generale le malte aderiscono più facilmente colle superficie ruvide che colle liscie; più colle pietre porose ed a grana grossa che con quelle compatte ed a grana fina; più colle pietre molari che colle pietre calcari, e più con queste che coi graniti e cogli schisti; e che finalmente presentano la minore aderenza coi basalti e coi grès.

126. **Azione distruttiva dell'acqua di mare su alcune malte.** — Alcune malte idrauliche che si mostrano energiche nelle acque dolci, non si comportano egualmente bene in costruzioni marittime dove, dopo di aver fatto presa si rammolliscono, si spappolano e si lasciano esportare dalle onde. Gli antichi costruttori, quasi avessero questa previsione, non impiegavano nei lavori di mare che malte conosciute in seguito a numerose esperienze: i moderni ingegneri, per motivi di economia, si arbitrarono ad in-

trodurre nelle malte da impiegarsi in costruzioni marittime delle calcine, delle pozzolane artificiali e dei cementi non ancora esperimentati, ed in seguito a gravi disastri ebbero ad accorgersi dell'azione distruttiva che esercita l'acqua di mare su alcune malte.

Molti sono i distinti chimici che si occuparono di ricercare quali sono gli elementi che devono entrare nelle malte per impedire la loro distruzione nell'acqua di mare. Malaguti e Durocher sono d'avviso non alterarsi quei materiali idraulici nei quali abbonda il sesquiossido di ferro. Vicat opina diversamente e raccomanda come mezzo efficace per opporsi alla distruzione degli edifizi marittimi l'impiego di malte idrauliche contenenti magnesia. Chatoney e Rivot, i quali recentemente e con molta accuratezza hanno studiato il problema, vennero a conchiudere che i cementi utili nelle costruzioni di mare debbano essenzialmente comporsi di calce, di silice e di allumina, o meglio solamente di calce e silice, e contenere una porzione di calce libera che possa mutarsi in carbonato quando si trova sommersa nell'acqua marina; pretendono essi che lo strato di carbonato di calce protegga la costruzione dalle alterazioni che vi indurrebbe la penetrazione dell'acqua di mare.

Lasciando da una parte la vera causa, non ancora ben conosciuta, dell'azione distruttiva dell'acqua di mare su alcune malte, e badando piuttosto a prevenire i funesti accidenti che ne possono derivare, devono i costruttori essere ben guardinghi nella scelta delle malte per lavori marittimi, e ritenere che non si deve procedere all'impiego di malte non ancora esperimentate se non in seguito a prove fatte, collocando le malte in condizioni identiche a quelle in cui devono trovarsi quando saranno in opera. Il signor Minard, ispettore generale di ponti e strade in Francia, dice che il solo mezzo di conoscere l'azione del mare su una nuova malta è quello di immergerla nel sito in cui deve essere impiegata, e che è un volersi esporre a disastri il cercare di supplire al mare con operazioni chimiche di laboratorio.

In generale avviene che i cementi non suscettivi di rapida presa vanno soggetti ad alterarsi per l'azione dell'acqua di mare, e che per contro lo sono meno quelli a presa quasi istantanea, i quali però manifestano talvolta delle fenditure e della perdita di una porzione di calce che viene surrogata da magnesia. Le proporzioni di calce, di cemento e di sabbia da farsi entrare nella composizione delle malte destinate a lavori di mare deve esssere determinata in modo che la quantità di pasta sia eguale ai vani che esistono nella sabbia, se trattasi di malte che devono essere im-

merse dopo la loro presa; se invece trattasi di malte la cui immersione deve essere immediata, conviene aumentare la quantità di pasta del 15 per 100 per sopperire al dilavamento che esse subiscono nel discenderle sott'acqua.

CAPITOLO IX.

Calcestruzzo.

127. **Calcestruzzo e sua distinzione in grasso e magro.** — Il *calcestruzzo* è un miscuglio di malta idraulica con ghiaia e pietrame rotto. Questo materiale viene molto impiegato nello stabilimento di fondazioni subacquee; talora si adopera per fare delle muraglie e delle volte di getto; e ben soventi si usa nella fabbricazione di grossi macigni artificiali per opere di difesa nei fiumi, per scogliere nei porti e per gettate a fondo perduto in quei luoghi in cui mancano le pietre naturali.

La proporzione di malta che deve impiegarsi nella composizione del calcestruzzo dipende dai vani che esistono fra le ghiaie che entrano nella sua composizione, dalla rapidità con cui deve aver luogo la presa e dal grado di durezza che deve definitivamente presentare. Quei calcestruzzi in cui la malta riempie bene tutti i vani che esistono fra le pietre, si dicono *grassi*, e si chiamano invece *magri* quegli altri in cui la quantità di malta impiegata nella loro fabbricazione è insufficiente a completamente riempire gli anzidetti vani.

128. **Determinazione della minima quantità di malta necessaria a formare un calcestruzzo grasso.** — Per la data definizione del calcestruzzo grasso risulta ad evidenza come tutta la risoluzione della quistione stia nel cercare i volumi dei vani esistenti in un volume noto di quelle ghiaie e di quelle pietre rotte che vogliousi impiegare. Perciò si riempia con dette pietre un recipiente di capacità nota, e vi si versi sopra dell'acqua finchè essa raggiunga la superficie superiore delle pietre: il volume dell'acqua versata rappresenta sufficientemente bene quello dei vani. Per esperienze instituite nel modo or ora indicato su ciottoli e su pezzi di pietra rotta della grossezza non maggiore di $0^{m},05$ risultò che in 1^{mc} apparente il volume dei vani era $0^{mc},380$ o $0^{mc},460$, secondo

che trattavasi di ciottolini di grossezza non uniforme, o di pietre rotte e di ciottolini di grossezza uniforme.

Se si osserva all'impossibilità in cui trovasi la malta di potersi uniformemente ripartire in tutti i vani, e se si riflette che i grani di sabbia della malta stessa, interponendosi fra le superficie delle pietre, vengono ad aumentare notevolmente gli interstizii che fra esse rimangono, non trovasi difficoltà per convincersi come la quantità di malta determinata nel modo sopra indicato sia insufficiente ad avere un calcestruzzo pieno, e come tale quantità debba essere aumentata almeno di 1/4, portandola per ogni metro cubo di ciottoli e di pietre rotte da 0^{mc},380 a 0^{mc},480 e da 0^{mc},460 a 0^{mc},580.

129. **Indicazione di alcune composizioni di calcestruzzo.** — Il Ponza di San Martino indica tre diverse qualità di calcestruzzo da fabbricarsi con calcina in pietra, e valutando a volume le proporzioni dei diversi ingredienti si ha:

1° *Calcestruzzo comune*, formato con 5 parti di calcina idraulica in pietra, con 15 parti di sabbia comune, con 3 parti di ghiaia minuta della grossezza di una noce, con 7 parti di ciottoletti della grossezza di un uovo e con 4 parti d'acqua;

2° *Calcestruzzo di coccio*, contenente tre parti di calcina idraulica in pietra, 3 parti di sabbia comune, 3 parti di grosso coccio, 2 parti di ghiaia minuta, 4 parti di ciottolini e 5 parti d'acqua;

3° *Calcestruzzo di pozzolana*, composto di 4 parti di calcina comune in pietra con 3 parti di sabbia, 3 di pozzolana fina, 3 di ghiaia minuta, 3 di ciottolini e 7 d'acqua.

I signori Claudel e Laroque, parlando delle quantità di malta e di pietrame di diversa grossezza, ma inferiore di 0^{mc},05, necessarie alla composizione di 1^{mc} di calcestruzzo, stabiliscono:

1° Che si ha un calcestruzzo grasso impiegando da 0^{mc},550 a 0^{mc},570 di malta con 0^{mc},770 a 0^{mc},850 di pietruzze;

2° Che il calcestruzzo risulta mediamente grasso quando si mescolano 0^{mc},560 di malta con 0^{mc},900 di pietruzze;

3° Che si ottiene un calcestruzzo ordinario mettendo in mescolanza da 0^{mc},520 a 0^{mc},480 di malta con 0^{mc},780 a 1^{mc} di pietruzze;

4° Che il calcestruzzo è un poco magro quando si compone con 0^{mc},450 di malta e con 0^{mc},900 di pietruzze;

5° Che il calcestruzzo è magro quando la quantità di malta è di 0^{mc},380 e di 1^{mc} quella delle pietruzze;

6° Che il calcestruzzo si trova molto magro quando si impiegano 0^{mc},200 di malta con 1^{mc} di pietruzze.

Digitized by Google

I calcestruzzi grassi sono quelli da impiegarsi nelle costruzioni soggette a grandi carichi d'acqua e in quelle opere in cui si richiede l'impermeabilità; il calcestruzzo ordinario può convenire per fondazioni subacquee; il calcestruzzo un poco magro per fondazioni fuori d'acqua ma in terreni umidi; e finalmente i calcestruzzi magri per fondazioni in terreni asciutti.

130. **Generalità sulla fabbricazione del calcestruzzo.** — La fabbricazione del calcestruzzo deve essere eseguita sotto tettoie difese dall'acqua e sopra un suolo unito di tavole o di lastre di pietra, o altrimenti ben mazzarangato e duro.

Le giuste proporzioni delle materie da mescolarsi si determinano mediante carriuole di misura colla capacità variabile da $0^{mc},050$ a $0^{mc},080$, e le carriuole da impiegarsi per misurare le ghiaie ed i sassolini devono avere il fondo forato, o costituito a modo di graticola, per lasciar passaggio alle acque che generalmente si devono gettare sulle pietre per lavarle delle materie terrose.

La manipolazione del calcestruzzo si fa o mediante apposite marre maneggiate da uomini o mediante procedimenti meccanici, e quest'operazione deve essere spinta a tal segno che il materiale pastoso da mescolarsi colle ghiaie e col pietrame ne involva i pezzi uniformemente e da tutte le parti.

131. **Fabbricazione del calcestruzzo a braccia d'uomini.** — Il Ponza di San Martino stabilisce che le tre qualità di calcestruzzo da farsi con calcina idraulica in pietra, e di cui venne indicata la composizione nel numero 129, debbano essere fabbricate col seguente processo: preparata col coccio e colla pozzolana, secondo il caso, un'aiuola di circa 1^{m} di diametro, si copra la medesima colla sabbia occorrente a fare una quantità di calcestruzzo non maggiore di $1^{mc},200$. Dopo si ammontichi in quest'aiuola la calcina viva ridotta in pezzi della grossezza di un uovo, e si versi sopra con innaffiatoi 1/8 del volume d'acqua necessario per la completa confezione del calcestruzzo se la calcina è idraulica, oppure 1/6 di detto volume se la calcina è comune. Appena si manifestano delle effervescenze, si copra interamente la calcina colle materie secche dell'aiuola, e quindi a poco a poco si continui l'umettazione della calcina con una nuova quantità d'acqua eguale alla prima, versandola in una specie di imbuto praticato alla sommità del mucchio e facendovela penetrare mediante un bastoncino ferrato, affinchè totalmente si compia l'estinzione della calcina. — Il miscuglio risultante si lasci in riposo almeno per dodici ore, ma non più di otto o dieci giorni quando siasi impiegata calcina

idraulica, e non più di uno o due mesi quando siasi usata calcina comune. Allorquando nei limiti di tempo indicati si vuol procedere alla fabbricazione del calcestruzzo, si incomincia dal mescolare prima ben bene le materie a secco colla pala e colla marra comune, poi si versano sopra i restanti 3/4 o 2/3 d'acqua, secondo che venne impiegata calcina idraulica o calcina comune, e quindi si ribatte l'impasto almeno per tre ore consecutive colla marra in ferro munita di grosse capocchie nella parte inferiore. La malta risultante si distende sull'aia per strati di altezza variabile da 0m,15 a 0m,20, e sopra questi si gettano uniformemente e la ghiaia minuta e i sassolini, ed il tutto si rimena per circa due ore colla marra a tridente, avendo cura di capovolgere le materie ad ogni quarto d'ora.

Le tre qualità di calcestruzzo di cui ragioniamo si giudicano al conveniente grado di manipolazione, allorquando il volume dell'impasto è eguale a quello della sabbia, della ghiaia e dei ciottolini, ovvero 3/4 di quello di tutte le materie adoperate secondochè trattasi del calcestruzzo comune, oppure dei calcestruzzi di coccio e di pozzolana. — Il calcestruzzo, confezionato come venne detto, deve essere impiegato in un lasso di tempo non maggiore di quarantotto ore, e si deve avere l'avvertenza di prima rimescolarlo a secco colla marra a tridente, qualora si impieghi dodici ore dopo la sua fabbricazione.

Generalmente la fabbricazione del calcestruzzo a braccia d'uomini si fa preparandosi le malte idrauliche che si vogliono impiegare, prendendo le giuste proporzioni di malta e di pietra per formare circa 1m³ d'impasto, e disponendo il tutto in modo da esservi sull'aia uno strato di pietre coperto di uno strato di malta, poi un secondo strato di pietre con sopra uno strato di malta e finalmente un terzo strato di pietre. Terminata questa prima operazione, si ammucchiano colla pala le diverse sostanze, poi colla marra a tridente si rimenano e si distribuiscono in uno strato di uniforme altezza, e così si continua finchè la mescolanza sia completa, la qual cosa ha luogo quando tutte le pietre si trovano inviluppate nella malta.

132. **Fabbricazione meccanica del calcestruzzo.** — Le macchine, che frequentemente sono impiegate sui grandi cantieri per la fabbricazione del calcestruzzo, sono: quella a cassette, la cassa a piani inclinati e l'apparecchio di Schlosser.

Macchine a cassette. — Queste macchine consistono generalmente in dieci cassette di ghisa eguali, a fondo concavo e molto profondo, di forma trapezzoidale nella loro apertura, munite di bordi inclinati su tre lati, collocate su un apposito sostegno e girevoli su un perno

Digitized by Google

orizzontale collocato ad un loro estremo, lungo il lato senza bordo, in modo da potersi facilmente versare ciò che trovasi in ciascuna di esse in quella che immediatamente la segue. La distanza fra i perni di due casse successive è generalmente di 0m,72, la lunghezza all'apertura di una cassa di 0m,58, di 0,56 la sua larghezza media posta parallelamente all'asse di rotazione, e di 0,27 la sua profondità massima. All'estremità della macchina si stabilisce un tavolato sul quale si dispongono per strati le pietre e le malte da impiegarsi nella formazione del calcestruzzo. La macchina poi viene manovrata da dieci o almeno da sei uomini, i quali agiscono metà da una parte e metà dall'altra dell'apparecchio. Allorquando le sostanze che devono entrare nella composizione del calcestruzzo si trovano già disposte sul tavolato, un operaio, usando della pala, ne fa venire nella prima cassetta quella quantità che è necessaria a convenientemente riempirla. Dopo di ciò, ponendo che si trovino applicati alla macchina dieci operai, i due primi versano nella seconda cassetta il contenuto nella prima, rimettono questa ultima nella primitiva sua posizione, e, nel mentre di nuovo vien caricata, fanno passare il calcestruzzo in via di fabbricazione dalla seconda alla terza cassetta; la seconda coppia di operai manovra la terza e la quarta cassetta, la terza coppia lavora colla quinta e colla sesta, la quarta colla settima e coll'ottava, e finalmente la quinta colla nona e colla decima, vuotando quest'ultima su apposito intavolato costrutto per ricevere il calcestruzzo. I primi due operai, quando hanno vuotato la seconda cassetta, ricominciano l'operazione colla prima, e analogamente procedono le altre coppie di operai nel maneggio delle cassette che corrispondono al loro posto.

Casse a piani inclinati. — Le macchine o cassette, vantaggiose in quanto permettono un rimescolamento completo delle diverse materie, tornano poco utili sotto il rapporto dell'economia, che meglio si raggiunge colle *casse a piani inclinati.* Questi apparecchi consistono in parallelepipedi vuoti di legno, privi della base superiore, lunghi 1m, larghi 0m,80, alti 2,50, e colle pareti spesse circa 0m,075. In una delle due pareti lunghe 1m trovasi un' apertura, larga quanto la parete stessa ed alta circa 0m,60. Le sostanze che devono comporre il calcestruzzo, salendo per una rampa convenientemente preparata, si portano e si stratificano su un tavolato disposto in modo da riuscir agevole il farle cadere nella cassa. La stratificazione si fa disponendo prima la metà delle pietre da impiegarsi in uno strato alto circa 0m,20, mettendo su questo la metà della malta, quindi l'altra metà delle pietre, e finalmente la malta che

ancora rimane. Così disposti i componenti del calcestruzzo, si fanno discendere sul piano inclinato di legno che trovasi il più alto nella cassa, da questo piano inclinato passano ad un secondo, dal secondo ad un terzo e generalmente da quest'ultimo ad un quarto, e poi ad un quinto che porta alla bocca d'estrazione il calcestruzzo sufficientemente manipolato. I diversi piani inclinati sui quali viene a cadere il calcestruzzo in via di fabbricazione sono generalmente coperti con latta dello spessore di $0^m,003$.

Apparecchio Schlosser. — La macchina immaginata dal signor Schlosser è forse quella che meglio di ogni altra si presta ad un' agevole e perfetta fabbricazione del calcestruzzo. Questa semplicissima macchina consiste in un recipiente cilindrico formato con una robusta lamiera di ferro, avente l'altezza di circa 2^m, il diametro di circa $0^m,50$, e munito internamente di ventitre traverse in ferro tondo col diametro di $0^m,01$. Le indicate traverse sono dirette secondo altrettanti diametri della cassa cilindrica, sono ripartite a egual distanza su tutta l'altezza, proiettate sulla base, la dividono in parti eguali, e si trovano disposte in modo che la proiezione di ciascuna di esse divide per mezzo il più gran angolo che formano le proiezioni delle traverse superiori. Al recipiente cilindrico è inferiormente annesso un tronco di cono vuoto avente la base superiore eguale a quella della parte cilindrica, l'altezza di $0^m,30$, la base inferiore col diametro di $0^m,28$, e munita di una porta facile ad aprirsi ed a chiudersi quando l'apparecchio è pieno dei materiali componenti il calcestruzzo. Il descritto apparecchio porta alla sua parte superiore tre o quattro uncini, ovvero tre o quattro anelli che servono a sospenderlo mediante catene, o mediante funi a travi opportunamente disposte ad un' altezza tale da potervi far passare sotto le carriuole o i vagonetti che devono servire al trasporto del calcestruzzo, la cui fabbricazione si incomincia col disporre per istrati le pietre e la malta su un tavolato, come venne detto parlando della cassa a piani inclinati, e facendole poscia cadere nella capacità dell'apparecchio finchè tutta sia riempita. Dopo questo si fa venire il recipiente che vuolsi impiegare nel trasporto del calcestruzzo sotto l'apparecchio, e si apre la bocca inferiore fino a riempire detto recipiente; poscia si chiude, e tosto si dà posto a un secondo recipiente di trasporto, che, alla sua volta, si riempie come il primo, e così si continua aggiungendo materiali per l'apertura superiore ed estraendo calcestruzzo per la bocca inferiore.

L'apparecchio del signor Schlosser è oggidì grandemente usato a motivo dei notevoli vantaggi che esso presenta. Oltre l'economia

di circa 1/10 nella mano d'opera della fabbricazione propriamente detta, si evita il carico del calcestruzzo sui mezzi che servono a trasportarlo.

133. **Blocchi di calcestruzzo.** — I blocchi di calcestruzzo hanno la forma di prismi retti con un triangolo equilatero per base. Presso Alessandria, dove si fa gran uso di questi blocchi per le gettate a difesa di rapidi corsi d'acqua, si seguono comunemente le seguenti proporzioni di ingredienti: 100 parti di calcina idraulica di Casale in pasta, 175 parti di sabbia e 83 parti di pietruzze. Fatto l'impasto colle indicate proporzioni di ingredienti, si fanno i blocchi in appositi stampi, poi si sotterrano a profondità tale da essere in salvo dall'azione del gelo, e così si lasciano per due o tre anni.

Le ordinarie dimensioni dei blocchi di calcestruzzo sono di 0m,60 per il lato della base triangolare e di 1m,20 per l'altezza.

CAPITOLO X.

Bitumi, composti idrofughi bituminosi e mastici bituminosi.

ARTICOLO I.

Bitumi.

134. **Composizione e caratteri fisici dei bitumi minerali.** — I *bitumi minerali* sono sostanze essenzialmente composte di carbone, d'idrogeno e d'ossigeno, talvolta liquide, talvolta viscose e talvolta solide alle ordinarie temperature, di colore lucente nero o bruno oscuro, di frattura concoidea allorquando sono solide, che si accendono facilmente, che bruciano con fiamma mandando un fumo denso ed un odore *sui generis*, e la cui densità oscilla ordinariamente fra 1 e 1,6.

I bitumi s'incontrano in natura: o allo stato di libertà assoluta, o agglutinanti delle sabbie quarzose, o mescolati a materie marnose e terrose, o impregnanti degli schisti, dei calcari; dei grès e delle roccie feldispatiche. Queste sostanze sono comunissime nelle regioni vulcaniche, ed il loro impiego nelle costruzioni risale alla più lon-

tana antichità: la Genesi, parlando dell'area di Noè, ne fa menzione dove dice *bituminabis bitumine*; e si sa che i mattoni della torre di Babele erano cementati con bitume.

135. **Roccie bituminose.** — I minerali che contengono bitume si chiamano *roccie bituminose*; la ricchezza di tali roccie sta nella maggiore o minore quantità di bitume in esse contenuto, e che facilmente si determina trattando il minerale colle benzina o con altri idrogeni carbonati liquidi, in cui il bitume è solubile.

Le migliori roccie bituminose sono quelle calcari, chiamate più particolarmente col nome d'*asfalto*, che danno, quando aggiungasi una certa quantità di bitume, un materiale il quale si rammollisce quando si scalda in una caldaia, che è plastico e che può prendere una grande quantità di sabbia senza perdere la proprietà di agglutinarsi.

Le roccie bituminose calcari polverolenti, trovandosi completamente ed uniformemente impregnate di bitume, hanno la prerogativa di rammollirsi e di agglutinarsi appena contengono il 5 per 100 di bitume. Lo stesso non si può dire, nè dei calcari cristallizzati che danno un minerale bituminoso meno pregievole del primo, nè delle roccie argillose impregnate di bitume, le quali, a motivo dell'acqua che contengono, non si possono trattare che difficilmente e con considerevoli perdite.

Nelle roccie bituminose a tessuto granulare il bitume resta interposto fra i diversi grani senza penetrarli, ed esse non hanno altro pregio fuorchè quello di servire all'estrazione del bitume, come vedremo fra breve.

136. **Estrazione delle roccie bituminose.** — I mezzi che vennero indicati parlando dell'estrazione delle pietre in genere, si applicano pure all'estrazione delle roccie bituminose. Le mine ordinarie costituiscono il mezzo maggiormente seguito in questa operazione, e quando la roccia è assai tenera si può far uso della trivella per praticare i fori. L'estate è la stagione meno propizia all'estrazione di queste roccie allorquando si lavora a cielo scoperto: gli ardenti calori solari fanno screpolare le pietre e le riducono in polvere, e la roccia talmente si rammollisce alla superficie da essere impossibile il praticarvi i fori da mina: soventi bisogna accontentarsi di far uso dei picchi, delle leve e dei cunei con grave dispendio e persino con spesa doppia di quella che occorre nell'inverno. Quando l'estrazione delle roccie bituminose viene fatta per gallerie, e che le pietre già staccate si dispongono al disotto di queste, più

non esistono gli indicati inconvenienti e anche nell'estate si lavora, tanto bene quanto nell'inverno.

137. **Estrazione del bitume minerale.** — I bitumi che trovansi in natura allo stato di libertà assoluta non esigono lavori di estrazione, e basta di raccoglierli senz'altro al loro sortire dal seno della terra. Nella Giudea sulle rive del mar Morto si raccoglie del bitume libero che galleggia sull'acqua; tutta la superficie del lago di pece, nell'isola della Trinità, alle Antille, ne è coperta, come pure una gran parte dell'isola di Cuba; il fiume d'Alvarado, nel Messico, ne trasporta in abbondanza. La loro preparazione per le industrie si fa spogliandoli delle materie straniere e terrose che li rendono impuri, e continuando la purificazione fino ad ottenere un corpo viscoso e di un bel nero brillante qual è quello che ordinariamente suol presentare il bitume minerale nel suo stato di perfetta purezza.

Allorquando, come a Pyrimont-Seyssel, a Clermont, a Bastennes, si deve estrarre il bitume da sabbie quarzose con esse agglutinato si può seguire il seguente processo: i massi bituminosi si rompono in pezzi di grossezza non maggiore di 0m,08, si gettano in una caldaia di acqua bollente e si rimenano per circa un'ora: il bitume portato alla temperatura dell'ebollizione diventa liquido; la sabbia lascia il suo involucro bituminoso; e quella discende al fondo della caldaia mentre questo sale alla superficie del liquido sulla quale si può facilmente raccogliere. Fatto questo si leva la sabbia dalla caldaia, si mette nuovo minerale bituminoso e si ricomincia l'operazione.

L'indicato procedimento, che somministra bitume quasi puro allorquando i grani di sabbia sono piuttosto grossi, perchè cadono al fondo della caldaia, risulta molto imperfetto allorquando i grani di sabbia sono molto fini: questi, messi in agitazione pel fatto dell'ebollizione, vengono a mescolarsi col bitume e con esso vengono levati dalla caldaia, per cui si ottiene un prodotto che abbisogna di una seconda purificazione. Perciò si fa bollire di nuovo finchè l'acqua sia evaporata: ciò che risulta somministra una parte del bitume per decantazione, ed al fondo della caldaia ne rimane ancora un volume presso a poco eguale a quello della sabbia.

I bitumi che trovansi in mescolanza con materie terrose si possono estrarre: sottoponendo a distillazione una parte del bitume solido ed ottenendo mediante il serpentino un olio bituminoso; impiegando quest'olio per sciogliere a caldo in caldaie speciali tre altre parti di detto bitume solido; e decantando il bitume dalle

materie terrose che vanno al fondo. Questo trattamento viene utilmente adoperato per i bitumi terrosi delle Antille, che nell'isola della Trinità occupano vasti laghi essiccati col fondo intieramente composto di una specie di roccia nerastra che non è altro che bitume solidificato per la presenza di materie straniere e per la presenza di una certa quantità di olii essenziali.

Per raccogliere la considerevole quantità di bitume che rimane al fondo della caldaia in mescolanza colle materie terrose si può seguire il processo degli abitanti del Canadà nell'estrarre il bitume dal minerale d' Enniskillen, che consiste nel premere le materie terrose in una tela a maglie talmente fine che vi possa sortire solo il bitume.

Il *petrolio*, il *nafta*, il *malta* sono olii volatili bituminosi, che trovansi in natura allo stato di libertà assoluta o impregnanti dei minerali bituminosi da cui si estraggono con appositi procedimenti.

Le sostanze che rimangono come residui nella distillazione del carbon fossile vengono anche annoverate fra i bitumi minerali, di cui si fa qualche impiego nelle opere del costruttore.

138. **Bitume vegetale.** — Questa sostanza si ricava per via del fuoco dal legno degli abeti e dei pini, e dallo stato liquido vien ridotta a pattume coll'ebollizione o coll'evaporazione naturale. Anche distillando la quercia, il carpino ed altri legni duri onde ritrarre l'acido acetico si ottiene del bitume, il quale però è assai inferiore al primo.

In commercio si trovano due qualità di bitume vegetale: quello di seconda qualità contiene tutto il succhio del legno da cui venne estratto; quello invece di prima qualità è purgato delle parti acquose e degli acidi, che si precipitano lasciando in riposo il bitume di seconda qualità, e tanto più perfettamente quanto più il riposo è lungo. Il bitume si può anche purificare mediante il lavacro che porta via il succhio e l'acido pirolegnoso in esso contenuto.

139. **Uso dei bitumi nell'arte di fabbricare.** — I bitumi non si impiegano mai soli nelle opere del costruttore, ma sibbene o per servire di base a differenti composti, detti *composti idrofughi bituminosi*, che si applicano per sottili strati sulle pareti che si vogliono preservare dai funesti effetti dell'umidità, o per comporre dei *mastici bituminosi* che si adoperano per fare marciapiedi e pavimenti, per coprire terrazzi, per costrurre cappe di vôlte, ecc.

Digitized by Google

ARTICOLO II.

Composti idrofughi bituminosi.

140. Indicazione di alcuni composti idrofughi bituminosi. — Fra gli innumerevoli composti idrofughi bituminosi stati proposti, vennero impiegati e si trovano eccellenti preservativi contro l'umidità e la salsedine: la *pania marina*, il *mastice Macabeo*, il *bitume artificiale della Giudea*, il *composto idrofugo Rey*, l'*intonaco idrofugo Fulgens*, l'*intonaco Rondeau*, il *cemento antinitroso Candelot*, l'*intonaco Ruotz*, l'*intonaco caoutchouc Viard*.

141. Pania marina. — Questo composto è formato d'olio bituminoso, di bitume purificato ottenuto nella distillazione del carbon fossile e di bianco di zinco.

Vi sono due qualità di pania marina, la bianca e la bionda; la prima è di prezzo poco elevato e si adopera principalmente per intonacare muri; la seconda è molto più costosa e viene riservata per legni in quelle circostanze in cui vuolsi ai medesimi conservare il colore. Per 1^{mq} d'intonacatura a due strati occorre circa 1^{Kg} di pania marina.

Il composto bituminoso di cui stiamo ragionando è idrofugo; serve a riparare dall'umidità i muri costrutti con pietra e con gesso, si può applicare anche sul gesso ancora umido, ed essere in seguito ricoperto da una dipintura o da una tapezzeria senza che si mostri alterazione nei colori.

142. Mastice Macabeo. — Questo composto prende il nome dal suo inventore; per ogni 100 parti in peso si compone come segue:

Pece grassa di Bordeaux	60
Ragia liquida	2
Bitume di Bastennes	19
Cera vergine	4
Sego	3
Calcina idraulica spenta all'aria	6
Cemento romano	6

Le applicazioni che riceve questo mastice sono assai numerose, giacchè si è riconosciuto come un eccellente antidoto contro l'umidità: si applica vantaggiosamente sui muri vecchi e nuovi, sui legni

di grosse travature e su quelli di opere da minuteria, ed in generale su tutte le costruzioni e su tutti gli oggetti esposti alle ingiurie dell'umidità.

Occorre 1^{kg} di mastice Macabeo per intonacare 4^{mq} di parete murale.

143. **Bitume artificiale della Giudea.** — Questo bitume trovasi in commercio allo stato liquido, ed è col pennello che si applica per intonachi: la sua composizione per ogni 100 parti in peso è la seguente:

Bitume naturale della Giudea	25
» di Bastennes	20
Asfalto di Seyssel	25
Cera vergine	1
Coke ridotto in polvere impalpabile	29

Il bitume artificiale della Giudea aderisce assai bene ai muri, al gesso, al legno, ai metalli, al vetro, ed è efficacissimo per combattere gli effetti dell'umidità nelle abitazioni malsane; non manda odore; secca assai rapidamente; non si lascia attaccare dal salnitro.

Per 1^{mq} di superficie da intonacarsi occorrono 2^{kg} di bitume artificiale della Giudea.

144. **Composto idrofugo Rey.** — Il *composto idrofugo Rey*, che prende il nome dal suo inventore, riesce benissimo nei luoghi umidi e sotto le dipinture ad olio, e si prepara prendendo in peso e facendo fondere assieme:

Bitume di Seyssel o di Lobsann	8 parti
Olio di lino	4 »
Sotto-acetato di piombo	1 »
Ossido di manganese	1 »

ed aggiungendo alla mistura, dopo di averla ritirata dal fuoco, 4 parti di essenza di trementina, che si potrà anche rimpiazzare per una quantità equivalente di petrolio ridotto seccativo col litargirio.

ARTICOLO III.

Mastici bituminosi.

145. **Asfalto.** — Come già venne detto al numero 135, si dà il nome d'*asfalto* alle roccie bituminose calcari.

L'asfalto contiene da 90 a 94 parti di carbonato di calce puro con 10 a 6 parti di bitume; il suo aspetto è quello della pietra da gesso; il colore si assomiglia a quello del cioccolato; le superficie presentano un' apparenza biancastra allorquando vengono intaccate e raschiate con un coltello; la grana è fina; e, esaminando attentamente la struttura, si riconosce che ogni molecola di calcare è avviluppata da uno strato quasi atomico di bitume, in modo da essere ciascuna molecola separata dalle sue vicine mediante una vernice che serve a tenere ben unite le une alle altre. Questa vernice si rammollisce col calore, diventa viscosa, e soventi il peso proprio di un blocco di pietra d'asfalto basta a determinarne la rottura: nell'inverno invece il bitume diventa secco e la pietra acquista una durezza considerevole.

146. **Preparazione della pietra d'asfalto.** — La pietra d'asfalto s'impiega nella confezione di un mastice molto accreditato, e per servire a tale uso deve essere sminuzzata e polverizzata.

Lo sminuzzamento, lavoro facile nell'inverno, giacchè la pietra diventa molto dura in questa stagione, diventa assai faticoso e qualche volta persino impossibile nell'estate. Lo sminuzzamento non si può effettuare sotto l'ardenza dei raggi solari, e, finchè si può, bisogna farlo sotto le gallerie stesse da cui si estrae la roccia. Si può ammettere che in media la mano d'opera per lo sminuzzamento del calcare bituminoso apporti una spesa variabile nel rapporto di 3 a 5 dall'inverno all'estate.

Allorquando la roccia d'asfalto è ridotta in pezzi della grossezza di 3 a 4 centimetri si polverizza e quindi si passa allo staccio. La polverizzazione si può fare o con una macchina o sotto l'azione del calore.

Le macchine che ordinariamente si impiegano per la polverizzazione sono le macine verticali di pietra o di ghisa, e talvolta anche molini composti di un corpo piriforme in ghisa avente da 0m,60 a 0m,70 di base e 0m80 di altezza, montato su un albero verticale e moventesi in un ricettacolo del medesimo metallo: il cono ed il ricettacolo sono muniti all'ingiro di spire che frantumano la pietra e la riducono in polvere. — La polvere al sortire dal molino passa in un staccio cilindrico colle maglie di circa 0m,002 di lato, e le parti che sono ritenute dallo staccio vengono nuovamente macinate.

La polverizzazione coll'azione del calore si fa: ponendo la roccia frantumata in casse scoperte di latta sottile, lunghe 1m, larghe 0m,60 alte 0m,20; ponendo queste casse all'azione di un fuoco

lento ed uniforme capace di rammollire il mastice e di separare le molecole calcari; scuotendo di tanto in tanto le casse nell'intento di porre sotto l'azione del calore tutte le parti della pietra d'asfalto; versando il loro contenuto su una superficie piana; rimestandolo onde completare l'incominciata polverizzazione; passando collo staccio il prodotto che si ottiene. La difficoltà che s'incontra per far subire a tutta la materia una temperatura conveniente ed uniforme fa sì che si abbia ricorso a questo secondo metodo di polverizzazione, che fu il primo ad impiegarsi, se non quando è impossibile di poter disporre di una forza motrice sufficiente.

147. **Fabbricazione dei pani di mastice d'asfalto.** — Si fa uso per questa operazione di caldaie semi-cilindriche di ghisa con 2^{m} di lunghezza e 1^{m} di diametro, collocate orizzontalmente su appositi forni. Un albero fissato secondo l'asse di ciascuna caldaia porta parecchie lame dirette nel senso di altrettanti raggi, le quali servono ad agitare e a mettere tutte le materie in contatto colla parete riscaldata. Un coperchio semi-cilindrico serve al concentramento del calore e ad impedire ogni perdita di materia: questo coperchio si apre di tanto in tanto sia per introdurre nuova materia, sia per riconoscere come procede l'operazione. Sui fianchi di ogni apparecchio vi sono dei tubi che si sollevano verticalmente e che servono principalmente allo sprigionamento dei vapori acquei che abbondantemente si sviluppano al principio dell'operazione. Per fabbricare i pani di mastice d'asfalto si incomincia dal mettere in ciascuna caldaia da 90 a 100 chilogrammi di bitume libero; quando questo ha raggiunta la sua temperatura di volatilizzazione si mette l'agitatore in rivoluzione, e a poco a poco si mette polvere d'asfalto la quale, cadendo nel liquido caldo, decrepita e intieramente si mescola con esso. Si continua a mettere polvere finchè la mistura, cessando di essere pastosa, incomincia a divenire friabile, la qual cosa si verifica quando le materie incominciano ad attaccarsi al fondo della caldaia ed alle lame dell'agitatore, e quando sonosi versati circa 1400 chilogrammi di polvere d'asfalto per 100 chilogrammi di bitume libero.

Ottenuto questo, si procede ad estrarre la mistura dalle caldaie e si mette in forme cilindriche di latta che servono a conformare dei pani del diametro di 0^{m},30, coll'altezza di 0^{m},10 a 0^{m}12 e col peso di circa 25 chilogrammi. Questi pani sono quelli che si trovano in commercio o che vengono impiegati nelle costruzioni d'asfalto.

148. **Asfalto artificiale.** — Il mastice, generalmente conosciuto

Digitized by Google

sotto il nome di asfalto artificiale, si ottiene con bitumi artificiali convenientemente preparati e messi in mescolanza con materie terrose. Il bitume che generalmente si impiega nella composizione di questo mastice, suol essere quello artificiale proveniente dalla fabbricazione del gas illuminante; e le materie terrose che si impiegano con detto catrame sono preferibilmente crete preventivamente essiccate e spogliate di ogni benchè minima umidità. Le proporzioni dei componenti che entrano nell' asfalto artificiale sono abitualmente di 1 parte in peso di bitume artificiale purificato e di 3 parti di materie terrose. — Si può migliorare il bitume artificiale mettendovi del caoutchouc o della gutta-percha in dissoluzione in un olio bituminoso.

L'asfalto artificiale risulta generalmente di qualità inferiore al mastice di asfalto naturale, e per conseguenza importa sommamente di saper distinguere questo da quello. Perciò si può ritenere che il mastice di asfalto artificiale colato caldo ed in piccola quantità su un mattone vi lascia una macchia nera, che, disteso in un foglio dello spessore di circa 0m,01 e lasciato raffreddare, fa sentire un crepitio quando si piega e che esala un odore spiacevole e persistente; che invece di mastice di asfalto naturale lascia sul mattone una traccia giallastra, che presenta un' apparenza piuttosto grassa, che non crepita quando si piega un foglio con esso preparato, e che manda un odore meno forte e meno persistente.

149. **Asfalto preparato per essere adoperato puro nella formazione delle strade.** — La pietra d'asfalto, ridotta in pezzi della grossezza di 0m,03 a 0m,04 e portata sul luogo del lavoro, si pone in casse di ferro di forma semi-cilindrica sopportate da appositi sostegni, sotto ciascuna di esse si accende il fuoco e vi si mantiene finchè la pietra d'asfalto vien ridotta allo stato polveroso. Allora questa polvere è in istato da poter essere versata su un suolo di calcestruzzo convenientemente preparato, e può servire a formare uno strato alto da 0m,04 a 0m,05 ed un lastricato ben solido e conveniente alla più attiva circolazione allorquando venga immediatamente compresso con un rullo del peso di 2500 a 3000 chilogrammi.

150. **Preparazione del mastice di asfalto in pani per essere impiegato.** — Il mastice d'asfalto in pani, quali si trovano in commercio, abbisogna di essere ridotto allo stato pastoso prima di venire impiegato, e si fa quest'operazione col seguente processo: in una caldaia di lamiera di ferro, avente un focolare alla parte inferiore, si mette una certa quantità di bitume variabile fra 0,01

e 0,02 del peso del mastice d'asfalto che vuolsi preparare, e destinato a facilitare la fusione dell'asfalto ed a sostituire gli olii perduti per evaporazione; nel bitume ridotto allo stato di perfetta liquidità si gettano i pani di mastice sminuzzati e ridotti in otto o dieci pezzi; raggiunta la liquefazione completa, si mette nella mistura della sabbia fina, lavata e ben secca; e si rimena il tutto fino ad ottenere un impasto omogeneo, costituente l'asfalto quale deve essere immediatamente messo in opera.

La quantità di sabbia da mescolarsi al mastice d'asfalto dipende dalla natura del lavoro, e dalla temperatura massima e minima a cui deve trovarsi esposto. Non aggiungendo sabbia al mastice di asfalto si raggiunge l'impermeabilità al sommo grado, ma si ha l'inconveniente del troppo facile rammollimento sotto l'azione dei raggi solari; non mescolando la sabbia al mastice, ma cospergendone soltanto la superficie che rimane esposta ai raggi solari, si arriva ad ottenere un asfalto ancora impermeabile e non molto, soggetto a rammollirsi; quando poi si vuole un asfalto duro, che non si lasci rammollire col caldo, conviene impiegare circa 1 parte di sabbia con 3 parti di mastice.

Il mastice che impiegasi nei marciapiedi di Parigi, dello spessore di 0m,015, contiene per ogni metro quadrato:

23 chilogrammi di mastice d'asfalto di Seyssel,
15 » di sabbia ben fina,
1,5 » di bitume libero.

Dell'indicata quantità di sabbia, 9 chilogrammi si possono mescolare a caldo e 6 chilogrammi si possono spandere sulla superficie.

151. **Osservazioni sull'impiego dei mastici bituminosi.** — I mastici bituminosi, che da qualche tempo vengono impiegati su ampia scala per fare marciapiedi e pavimenti, per costrurre cappe di vôlte, per coprire terrazzi, e per riparare le parti delle pietre da taglio maggiormente esposte alle intemperie, per intonacare serbatoi, cisterne e per impedire le filtrazioni nei siti malsani e umidi, rendono immensi vantaggi nell'arte di fabbricare: e se vanno oggidì perdendo d'importanza, questo proviene e dalla cattiva maniera di prepararli, e dal cattivo modo di applicarli, e dal volerli impiegare ad usi nei quali non si confanno per la facilità con cui si rammolliscono nell'estate se sono grassi, e per la grande tendenza che hanno a perdere la loro elasticità e a rompersi in tutti i sensi nell'inverno se sono magri.

I mastici bituminosi, impiegati per fare pavimenti e coperture che devono trovarsi ai cocenti raggi solari, facilmente si degradano; ricevono generalmente l'impronta dei corpi che vi passano sopra, colano al fondo nelle coperture aventi una certa pendenza; difficilmente aderiscono alle superficie su cui vengono collocati con interposizione di una certa quantità d'aria, la quale, aumentando di volume nell'elevarsi della temperatura, agisce sul mastice rammollito, e determina delle rigonfiature, e talvolta anche delle screpolature, per cui in breve tempo ne risulta una superficie irregolare e interrotta.

In generale si può ritenere che riescono bene quei mastici bituminosi che si applicano per sottili strati su quelle parti delle costruzioni le quali si vogliono preservare dai danni dell'umidità, e quegli altri che si impiegano per intonachi e per pavimenti in siti umidi o asciutti, ma riparati dalle alternative di calore e di freddo intenso.

CAPITOLO XI.

Legnami lavorativi.

ARTICOLO I.

Nozioni preliminari. Proprietà e difetti dei legnami lavorativi.

152. **Legnami lavorativi e loro distinzione in legnami da minuteria ed in legnami da costruzione.** — I tronchi ed i rami degli alberi, quando per le loro dimensioni e per le altre essenziali proprietà si riconoscono adatti all'uopo, costituiscono il *legname lavorativo* o *da lavorazione* che, fra i materiali da costruzione, è uno dei più utili e dei più importanti. Si chiamano *legnami da minuteria* o *da minuti lavori* quelli che, a motivo delle limitate loro dimensioni, si prestano solamente per piccoli lavori di piccole macchine, per arredi necessari nelle fabbriche, per mobili adoperati negli usi domestici, e per utensili di qualunque natura; si dicono poi *legnami da costruzione* quegli altri che hanno dimensioni tali da poter servire per grossi lavori, come sono i ponti, le

Digitized by Google

armature di tetti e di solai, i castelli delle grandi macchine e simili.

153. Struttura organica dei tronchi e dei rami degli alberi. — I tronchi ed i rami delle piante presentano approssimativamente una forma conica, ed anche i più irregolari si possono riguardare come coni più o meno deformati da nodosità, da incurvamenti e da piegature. Se poi si taglia un tronco d'albero od un ramo normalmente al suo asse, si riconosce immediatamente che esso si compone di tre parti ben distinte: del *midollo* della *parte legnosa* e della *corteccia*.

Il *midollo*, che occupa presso a poco l'asse dei fusti, che abbonda e che è più molle nei giovani che nei vecchi rami, non ha tenacità, e nei legnami da costruzione non occupa che uno spazio assai ristretto. — La *parte legnosa* si compone di una serie di anelli o strati conici concentrici che si presentano con grossezza e con consistenza sempre decrescente coll'allontanarsi dall'asse. Gli anelli più duri e più vicini al centro costituiscono il *legno* propriamente detto, e formano l'*alburno* quegli altri più lontani dall'asse, con poca consistenza, generalmente di colore biancastro e di struttura spugnosa. — La corteccia è una sostanza poco resistente, porosa, leggiera, fragile e per lo più rugosa, che favorisce l'infracidamento nei fusti abbattuti e che componesi di due parti dette: *epidermide* quella che trovasi al di fuori e *libro* quella posta nel di dentro.

Gli anelli legnosi risultano dall'aggregato di fibre longitudinali, prossimamente parallele e ben collegate fra di loro. Essi sono attraversati da ramificazioni che si portano dal midollo alla periferia, che si chiamano *raggi midollari* dai botanici e *maglie* dai costruttori. La coerenza delle fibre fra di loro varia da una ad un'altra specie di pianta, e persino nel medesimo albero da uno strato all'altro; generalmente però si vince con forza minore di quella che è valevole a strappare longitudinalmente le fibre. L'aderenza degli strati legnosi fra di loro è notevolmente minore di quella che hanno le fibre componenti quegli strati.

154. Accrescimento dei tronchi e dei rami. — L'aumento di grossezza dei tronchi e dei rami ha luogo per un nuovo strato legnoso che annualmente si riproduce fra il libro e l'alburno, mentre l'anello di minor diametro di quest'ultimo passa allo stato di legno perfetto; d'onde ne segue che l'età di un tronco o di un ramo è sempre eguale al numero degli strati legnosi che esso presenta.

Digitized by Google

Per quanto concerne all'accrescimento di un albero in altezza si è riconosciuto: che nel primo anno del suo sviluppo spunta e cresce fino ad una certa altezza un primo getto; che nel secondo anno questo getto aumenta di diametro nel mentre si allunga per germogliamento di una nuova messa che si innalza pure fino ad una certa altezza, e che così spuntano e crescono nuovi getti per una certa serie di anni, finchè viene l'epoca, variabile per le diverse specie di piante, in cui il tronco comincia a coronarsi di rami.

I rami principali e le ramificazioni secondarie si ingrossano e si allungano in virtù del meccanismo stesso per cui si verifica l'ingrossamento e l'allungamento dei tronchi, ed è per successivi ingrossamenti e per nuovi getti annui che si costituisce la chioma degli alberi, la quale, a seconda delle circostanze di clima, di terreno e di coltivazione, più o meno si dilata con quella forma che s'addice all'indole propria della pianta.

155. **Principii costituenti le sostanze legnose.** — Le analisi chimiche hanno rivelato che le materie legnose contengono due specie di principii: *organici* gli uni e *minerali* gli altri. I primi sono il *carbonio*, l'*idrogeno*, l'*ossigeno*, e l'*azoto*, che vengono somministrati quasi totalmente dall'aria e dall'acqua alle piante selvatiche; dall'aria, dall'acqua e dai concimi alle piante coltivate. I secondi, che non possono essere somministrati altrimenti fuorchè dalla terra e dai concimi, sono la *silice*, la *calce*, la *magnesia*, il *ferro*, la *potassa*, il *solfo* ed il *fosforo*. — I principii organici nell'atto della combustione dei legni si disperdono sotto forma di gas e di vapori; i principii minerali restano fissi nelle ceneri; e sì gli uni che gli altri si trovano in parte nella fuligine.

156. **Proprietà da studiarsi nei legnami da lavorazione.** — Il *volume* e la *figura*, il *peso*, la *resistenza*, la *durezza*, l'*elasticità*, la *flessibilità*, la *durata*, la *lavorabilità*, la *finezza* ed il *colore* costituiscono le principali preprietà per cui i diversi legnami si rendono atti a questo o a quell'altro lavoro, e che attentamente vogliono essere studiate da quanti devono effettuare e dirigere opere in legno.

Non tutte le piante raggiungono i medesimi volumi, e per conseguenza nè le stesse altezze, nè le stesse grossezze. Sembra che la natura abbia assegnato a ciascuna specie di alberi dei limiti ordinari di dimensioni, e che solo fra questi possano variare sia l'altezza, sia la grossezza dipendentemente dal terreno, dal clima e da tutte le circostanze che influiscono nella vegetazione. L'esperienza e l'osservazione sono i soli mezzi da cui si possono infe-

rire questi limiti, che già da parecchi fitologi vennero determinati, e che accuratamente vennero raccolti da Hassenfratz (*Traité de l'art du charpentier*, Paris, 1804, Cap. I, § IV) per quanto spetta alle principali specie degli alberi da lavoro. — In generale è da ritenersi: che si possono ricavare pezzi diritti, sottili e non molto alti dai boschi cedui; che si possono avere pezzi maggiori dalle fustaie; che i fusti diritti ed alti si possono ritrarre dalle foreste; che i legnami grossi e curvi si possono rinvenire o sui margini soleggiati dei boschi, o nelle fustaie sopra ceduo, o da alberi isolati; giacchè è in tali circostanze che le piante si innalzano poco e che mettono ampia chioma con bassi rami e grosse branche, le quali, piegando più o meno verso la luce o sottovento, danno non di rado pezzi curvi e contorti.

Per rapporto al peso è da dirsi come molte ed accurate esperienze instituite da distinti fisici inducano alle seguenti conclusioni della massima utilità nell'arte del costruttore: che il legno di fresco reciso ha una gravità specifica maggiore di quella che mantiene quando siasi conservato all'asciutto per qualche tempo dopo il suo atterramento, e che, secondo Duhamel, la gravità del legno verde di quercia è a quella dello stesso legno conservato all'asciutto per un anno nel rapporto di 3 a 2; che il legno di uno stesso albero non presenta dappertutto lo stesso peso specifico; e che in un albero sano e vigoroso il legno dei rami è meno pesante di quello del tronco, quello della parte superiore del tronco meno di quello della parte inferiore (eccezion fatta di qualche specie e principalmente dell'abete), quello prossimo all'alburno meno di quello vicino al midollo; che negli alberi i quali, o per avvanzata età o per un'altra causa qualunque sono in istato di decadenza, il legno più prossimo al midollo presenta minor densità specifica di quello che trovasi in vicinanza dell'alburno; che il terreno, il clima, e tutte le altre circostanze le quali influiscono sulla vegetazione concorrono a modificare il peso specifico dei diversi individui della medesima specie, e che, dietro esperienze di Duhamel, il peso specifico di una stessa quercia può variare nel rapporto di 857 a 671; che, anche a parità di ogni fisica circostanza, il peso specifico dei legnami varia colla loro specie; e finalmente che gli alberi di lunga vita e di cresciuta lenta producono legnami più pesanti e più compatti di quelli che hanno vita breve ed incremento rapido.

La maggiore o minore resistenza dei legnami consiste nella facoltà più o meno pronunciata, che li rende atti a poter soppor-

Digitized by Google

tare senza sensibili alterazioni gli sforzi che tendono a produrne la rottura. In generale si può ritenere: che i legni sono tanto più resistenti quanto più sono pesanti, e che quindi le resistenze delle diverse specie, dei diversi individui di una stessa specie e delle diverse parti di un medesimo individuo variano come le gravità specifiche: che gli alberi, i quali hanno vissuto in terreni bassi ed umidi, danno un legno meno tenace, meno resistente, più floscio o più magro di quelli della medesima specie cresciuti in un terreno secco e convenientemente aerato; che il clima ha una grande influenza sulla resistenza dei legnami, per guisa che gli alberi boschivi che regnano nelle parti settentrionali dell'Europa sono comunemente più resistenti e più pesanti di quelli delle regioni meridionali, mentre quelli dell'est e dell'ovest tengono un grado medio fra quelli del nord e del sud; che i legni dei climi ventosi sono soggetti a nodi e non riescono abbastanza diritti, ma che diventano fortissimi principalmente quando sono piantati raramente o esposti sulle cime dei monti, perchè si consolidano resistendo alla violenza dei venti; che quelli venuti in climi tranquilli ed in selve molto fitte sono di fusto più ritto ed elegante, ma di minor densità e forza; e che la resistenza dei legnami è molto maggiore nel senso delle fibre anzichè nel senso normale alla loro lunghezza. Le specie di alberi che somministrano i legnami di massima resistenza sono le *querce*, i *larici*, il *frassino*, il *carpino*, l'*olmo*, il *faggio*, il *pino silvestro*, il *castagno*; si hanno legnami di resistenza media dagli *abeti* e dagli *ontani*; e finalmente si ricavano i legnami meno resistenti dai *pioppi*, dal *tiglio*, dai *platani*, dai *salici*.

La durezza dei legnami risiede in quella proprietà che li rende atti a poter resistere alle scalfitture, agli attriti, alle pressioni, agli urti, e dipende dall'essere il legno di tessitura fina e compatta, a fibre tenui e fitte, a strati annui sottili e poco marcati, a raggi midollari tenuissimi. Fra i legni durissimi indicheremo il *bosso*, il *corniolo*, il *lazzeruolo*, e quindi il *pero*, il *pruno* ed il *melo selvatico*; fra i legni duri citeremo l'*olmo*, il *carpino*, gli *aceri*.

Si dicono elastici quei legnami che hanno la proprietà di riprendere la forma primitiva al cessare delle forze estrinseche che li hanno deformati. L'elasticità, che è una qualità essenziale nei legnami che si devono impiegare per macchine, per carri, per armature, per castelli e per costruzioni navali, si riscontra in quelle piante frondifere i cui fusti sono formati di fibre riunite in fasci densi e compatti, ed in quelle piante resinose in cui il legno è stato ben impregnato di resina. Il *tasso* ed il *frassino* sono gli alberi che

somministrano i legnami più elastici: vengono dopo i *larici*, i *pini*, gli *abeti*, gli *olmi*, e quindi le *querce giovani*.

Sono *flessibili* quei legni che si lasciano piegare senza schiantarsi o fendersi o rompersi. La flessibilità dipende dalla mollezza, dalla lunghezza, dalla continuità e dalla tenacità delle fibre; i legni giovani ed i rami la posseggono più dei maturi e dei tronchi; i rami di *pino* e di *ontano* sono fragili; flessibili quelli di *castagno*, di *corniolo*, di *abete*, di *olmo*, di *frassino*, di *quercia giovane*; e pieghevoli quelli di *betulla*, di *pioppo*, di *salice*, di *nocciuolo*.

La putredine, la carie, la tarlatura, lo sfacelamento sono le principali cause distruttrici dei legnami, la cui durata è da reputarsi più o meno grande secondo che più o meno lungamente sono atti a mantenersi immuni dagli indicati danni. I legnami impregnati della naturale loro umidità, di liquidi organici, mucilaginosi, albuminosi o altri contenuti nel loro succhio vegetale, sono quelli che maggiormente soggiacciono a rapida ed irreparabile distruzione. Alcune sostanze del succhio, disposte per indole propria a decomporsi sotto l'azione del calore e coll'avvicendarsi del secco e dell'umido, danno origine alla decomposizione delle parti più prone a putrefarsi, qual è l'alburno, e da queste passa al legno più perfetto, il quale in breve lasso di tempo si trova irreparabilmente danneggiato.

I legni, anche essiccati e privi dell'umidità naturale e dei liquidi del succhio, si alterano allorquando trovansi esposti all'aria in uno stato di umidità continua o intermittente; e lungamente si conservano quando vi è l'azione dell'umido non combinata con quella dell'aria. Ad ogni momento vediamo celeremente corrotti e distrutti i legnami esposti all'umido in luoghi dominati dall'aria, e non di rado troviamo esente da ogni corruzione quei legnami che per lunga serie di anni ed anche per secoli rimasero sommersi nell'acqua o sepolti sotto terra. Non vi ha specie d'albero che dia dei legnami incorruttibili, ed il costruttore può solo ritenere: che i legni resinosi meno degli altri sono soggetti a corruzione; che fra questi sono migliori i più densi ed i più duri; e che vi sono dei legni, come l'*ontano*, la *quercia*, il *larice*, e l'*olmo* in minor grado, i quali hanno la particolare facoltà di indurirsi e di reggere quasi indefinitamente quando sono intieramente sommersi sott'acqua. I tarli, rodendo i legnami, ne diminuiscono la forza e li distruggono col ridurli in polvere. Le brume ed altri vermi acquatici roditori sono il vero esterminio dei legnami im-

piegati nelle costruzioni marittime o fluviatili e destinati a rimanere sommersi nell'acqua.

Fra le cause distruggitrici dei legnami vi ha ancora la combustione. Tutti i legnami sono combustibili, e, al dir del Cavalieri San-Bertolo, la durata del legname, relativamente alla combustione, anzichè da facoltà intrinseca, deve solamente ripetersi da artificiali difese, e sopratutto dallo scrupoloso allontanamento di tutte quelle cause che sono atte a destare in esso la combustione.

La *lavorabilità* è quella proprietà che si riferisce alla maggiore o minore facilità che presentano i legnami per essere tagliati e ridotti alle forme necessarie e convenienti a questo o a quell'altro lavoro. La lavorabilità dei legni dipende dalla durezza, dall'uniformità di struttura e dalla regolarità delle fibre che li compongono. Non tutti i legnami sono egualmente lavorativi, ed alcune specie sono più adattate per alcuni e altre per altri lavori. Le *querce*, i *pini*, il *castagno*, l'*abete* sono lavorativi quanto basta per i grandi usi delle costruzioni.

La *finezza* ed il *colore* sono qualità secondarie nei legnami da costruzione, e solo possono essere di qualche importanza nei legnami da minuteria.

157. **Difetti dei legnami da lavorazione.** — I difetti, che per qualche alterazione nella sostanza legnosa o per qualche irregolarità di conformazione, si manisfestano nei legnami da lavoro privandoli del tutto o in parte delle loro proprietà essenziali enumerate nel precedente numero, secondo che l'alterazione o l'irregolarità si manifesta in maggior o minor grado, o in una guisa piuttosto che in un'altra, danno origine a legnami viziati distinti dai costruttori con particolari denominazioni. Si chiamano:

Legni vergheggiati o *riscaldati* quelli che mostrano un principio di putrefazione;

Legni fradici quelli nei quali la putrefazione è avanzata;

Legni cariati quegli altri in cui la putrefazione è giunta al massimo grado;

Legni tarlati o *abbrumati* quelli che sono stati corrosi dai tarli e dalle brume;

Legni diacciuoli quelli nella cui sezione trasversale apparisce qualche fenditura diretta dal centro alla periferia;

Legni radiati o *stellati* allorquando presentano molte di tali fenditure;

Legni stravolti, *slogati* o *cipollati* quelli la cui sezione trasversale

Digitized by Google

è interrotta da fessure circolari derivanti da distacco che gli anelli annui hanno l'uno dall'altro;

Legni nodosi quelli che sono attraversati da nodi;

Legni a fili tagliati quelli che hanno le fibre in disordine o troncate per l'intrusione irregolare di nodi;

Legni bistorti o *malfatti* quelli che hanno forma irregolare.

Senza bisogno di spiegazioni ognuno può facilmente intendere ed a quali proprietà del legname sono opposti i vari difetti testè enumerati, e quale è il significato da attribuirsi ad altre denominazioni di cui fa uso la pratica.

158. **Elenco dei principali alberi da lavoro; limiti ordinari delle loro altezze; grossezze medie degli anelli legnosi; diametri ordinari dei fusti.** — L'elenco che si presenta è diretto a far conoscere: quali sono i principali alberi da cui si ritraggono gli ordinari legnami da lavoro; quali dimensioni possono avere questi alberi finchè sono atti a somministrare legni di buona qualità; e in quali terreni si debbono preferibilmente ricercare onde avere legnami pregievoli.

Specificazione degli alberi	Limiti ordinari delle altezze		Grossezza media degli anelli legnosi in millimetri	Diametri ordinari dei fusti in centimetri	Terreno più conveniente
	dell'albero in metri	del tronco in metri			
Abete	15 a 40	8 a 30	3	110	Sabbioso ed elevato
Acacia	8 a 15	4 a 8	5	»	Leggiero, profondo e secco
Acero	15 a 40	5 a 15	5	75	Arido
Betulla.	15 a 40	5 a 15	3,5	81	Sassoso
Carpino	8 a 15	3 a 7	2,5	54	Freddo ed arido
Castagno comune	5 a 40	5 a 15	2,5	70	Qualsivoglia terreno
Cipresso.	15 a 40	6 a 20	1,5	»	Secco, elevato e caldo
Faggio.	15 a 40	7 a 10	3	72	Grasso umido
Frassino.	15 a 40	5 a 15	4,5	66	Umido
Larice	15 a 40	8 a 30	3	90	Elevato, non maremmano, nè argilloso
Noce.	8 a 15	2 a 5	4,5	192	Terreno profondo, grasso e solido
Olmo.	15 a 40	5 a 15	3,5	80	Marnoso
Ontano.	15 a 40	5 a 15	3	75	Umido palustre
Pino..	15 a 40	5 a 30	2,5	100	Sabbioso ed elevato
Pioppo.	15 a 40	6 a 20	4,5	80	Grasso umido
Platano	15 a 40	5 a 15	5	90	Secco
Quercia	15 a 40	5 a 15	2,5	81	Qualunque terreno
Salcio	15 a 40	5 a 15	9,5	30	Umido, maremmano
Tasso	8 a 15	2 a 6	1	27	Qualunque terreno
Tiglio	15 a 40	5 a 15	4	66	Umido, sabbioso
Tremolo.	15 a 40	5 a 15	2	»	Grasso, sabbioso

I numeri della quarta colonna, relativi allo spessore ragguagliato di un anello annuo, potrebbero servire alla determinazione dell'ordinario diametro delle diverse piante allorquando si conoscesse l'ordinaria loro durata. Questa conoscenza però, come saviamente osserva il dotto naturalista Molina (*Memorie di storia naturale*; Bologna 1821, parte I, mem. VI), anzichè su dati certi, è fondata su vaghe asserzioni, non meritevoli di passare in autorità, e spacciate basandosi su fatti, se non favolosi, almeno esagerati. In via generale si può solo ammettere che la vita ordinaria dei grandi alberi delle selve, come sono le querce, i pini, gli aceri, ecc., si estenda a circa due secoli, e che sia più breve la vita delle altre specie di piante meno ragguardevoli, alcune delle quali, come sono i pioppi, i salici, ecc., non giungono ordinariamente ad oltrepassare il mezzo secolo.

I numeri marcati nella quinta colonna, relativi ai diametri ordinari dei tronchi delle diverse specie di piante, vennero tratti in gran parte dall'accreditato lavoro di Rondelet, *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir*; Paris, tom. IV, par. I; per mancanza di dati sicuri sulla longevità delle diverse specie di piante, non possiamo stabilire il grado di fiducia che si può accordare a questi numeri, che presentiamo sull'autorità dell'illustre autore, rimettendone l'uso alla prudenza ed alla perizia degli ingegneri.

Conviene avvertire che tutti i numeri inscriti nella citata tavola vennero dedotti da osservazioni fatte su piante di prospera vegetazione, e che per conseguenza non sono applicabili a piante che per avverse circostanze si trovano in uno stato di infelice vegetazione.

159. **Legnami forti e legnami dolci. Pregi ed usi particolari di alcuni legnami da costruzione.** — Nell'arte del costruttore si distinguono i legnami in *forti* o di *essenza forte*, ed in *dolci* o di *essenza dolce*. Sono ordinariamente riputati legnami forti quelli che si ricavano dalle piante di quercia, di noce, d'olmo, di larice, di faggio; e sono considerati come legnami dolci quelli che vengono somministrati dagli alberi di castagno, di abete, di pino, d'ontano, di pioppo. La classificazione dei legnami da costruzione, in forti ed in dolci, è relativa alla minore o maggiore loro corruttibilità ed alla maggiore o minore loro resistenza meccanica.

— *Quercia.* — La quercia somministra un eccellente legname da costruzione, duro, resistente e con dimensioni sufficientemente grandi. Questo legname, esposto all'aria e in convenienti circostanze, si conserva per più anni; sott'acqua finisce per acquistare una considerevole durezza, e resiste indefinitamente. Esso è di un colore

giallo più o meno oscuro, tendente qualche volta al bigio chiaro; spaccato secondo un meridiano mostra delle lamelle lucenti; le sue fibre sono abitualmente diritte e ben avvicinate; i diversi anelli legnosi sono collegati da una sostanza abbastanza resistente ed interrotta da piccole cavità allungate nel senso delle fibre. I fusti di quercia hanno l'inconveniente di un alburno piuttosto spesso, che si riconosce assai facilmente dal colore bianco che presenta.

I botanici distinguono molte varietà di querce; i costruttori ne considerano principalmente di due qualità: quelle che vengono nei terreni buoni e quelle che crescono nei terreni sassosi. — Le prime danno un legname elastico, resistente, a fibre dritte, di forma regolare, facile ad essere lavorato e proprio agli usi delle grandi costruzioni, per travature interne di edifizi e per lavori di minuteria. Il loro peso specifico è di circa 0,760. — Le seconde somministrano un legname più duro, più resistente, e sopratutto più durevole delle prime, ma nodoso, facile a fendersi, difficile a lavorarsi e conveniente per fondazioni e per lo stabilimento di costruzioni esposte a tutte le intemperie dell'atmosfera. Il peso specifico di queste querce è assai variabile, ma si può mediamente ritenere di 0,905.

Olmo. — Il legname d'olmo viene qualche volta sostituito a quello di quercia nelle costruzioni che non esigono una grande durata. Esso è compatto e resistente, ma ben di rado si trova con fibre diritte; è difficile a lavorarsi ed è soggetto ad essere corroso con facilità dagli insetti. Il suo peso specifico è di circa 0,700.

Larice. — Fra i legnami da costruzione il larice è uno dei più utili e dei più preziosi. Più alto, più diritto, meno duro e più tenace della quercia, risulta di assai facile lavorabilità; non vi è legname che lo superi nel resistere alle vicende atmosferiche ed all'infracidamento; sott'acqua acquista una grandissima durezza e diventa imperituro; l'essere un po' diacciolo è l'unico difetto di questo legno. Il suo peso specifico è di circa 0,656.

I larici della Svezia sono i più riputati; dopo vengono quelli del Lago Maggiore e quelli delle Alpi.

Castagno. — Il legno di castagno si impiega qualche volta in mancanza della quercia e del larice. Esso è abbastanza resistente, indurisce sott'acqua e vi si conserva quasi indefinitamente; esposto all'aria, si tarla con facilità e talvolta rovina senza dar segno di deterioramento. Il peso specifico di questo legno si può mediamente ritenere di 0,685.

Abete. — Quest'albero resinoso, con tronco dritto e molto alto,

ha la parte interna dei suoi strati annui assai molle, di colore chiaro; l'altra parte invece dura, compatta, di colore giallo, tendente talvolta al rosso, e contenente gran quantità di resina. I legnami di abete sono facili a lavorarsi; ma non si conservano troppo bene e sono soggetti a riscaldarsi ed a lasciarsi tarlare. L'abete che si ritrae del nord dell'Europa è più stimato della maggior parte degli abeti indigeni; esso è più duro, più resistente e più durevole.

Gli abeti che vengono dalla Prussia e dalla Russia, e che si conoscono sotto il nome di abeti rossi di Riga, sono di eccellente qualità; le loro fibre, generalmente fine e compatte, ed il loro bel colore sono requisiti che li rendono molto adatti ai lavori decorativi di minuteria.

Il peso specifico dell'abete è assai variabile anche fra quelli della stessa qualità e che crescono nel medesimo clima; si può ritenere che i numeri 0,485 e 0,637 ne siano i limiti inferiore e superiore.

— *Pino.* — Il pino ammette molte varietà ed il larice (*pinus larix* dei Latini e *mélèze* dei Francesi), di cui già si è tenuto discorso, costituisce la qualità più importante pel costruttore.

Il *pino della Corsica* stimasi conveniente nella costruzione degli edifizi, ha molti rapporti col larice, ma è di fibra più grossa e presenta minor compattezza, e facilmente si lascia corrodere dal tarlo.

Il *pino silvestro* rende ancora importanti servigi come legname da costruzione; il *pino marittimo* è di qualità inferiore e non serve che per le costruzioni di poca importanza.

— *Ontano.* — Questo legno presenta una tessitura fina e compatta, difficilmente si fende, è di breve durata fuori d'acqua e principalmente nelle alternative di secco e di umido, ma tenuto permanentemente nell'acqua acquista una durezza straordinaria e resiste meglio di qualunque altro legname. L'ontano torna utile per fare palafitte, tubi di condotta d'acqua, tinozze di pozzi e di fontanili ed altri simili lavori: il suo peso specifico si può mediamente fissare a 0,655.

— *Pioppo.* — Si conoscono molte varietà di pioppi, e tutti danno un legname omogeneo, tenero, leggiero, facile a lavorarsi, poco resistente, poco durevole, disadatto agli usi delle grandi costruzioni, e solo vantaggioso in alcuni lavori secondari da minuteria. Il peso specifico del pioppo è presso a poco di 0,400.

Il *noce* il *faggio* e anche il *frassino*, il *carpino*, la *betulla*, il *platano*, l'*acero*, l'*acacia*, il *pero*, il *melo*, ecc., si impiegano ben di rado nei grandi lavori, e sono quasi esclusivamente riserbati per opere da legnaiuolo e da carradore.

ARTICOLO II.

Preparazione del legname da costruzione.

160. **Criteri per riconoscere se un albero vivente può somministrare buoni legnami da costruzione.** — I requisiti che devono presentare i legnami da costruzione, sopratutto quello della resistenza e della durevolezza, non si possono avere nei legni provenienti da alberi in cui si manifestano dei principii di sfacelamento, di putrefazione e di tarlature; ma solamente in quelli somministrati da alberi sani e ben cresciuti. Un albero ancora in vegetazione si deve reputare difettoso, e non può servire a dare buoni legnami da costruzione:

1° Quando le foglie sono pallide e non bene formate, principalmente nelle parti più esterne della sua chioma;

2° Quando ha la cima disseccata;

3° Quando il cadere delle foglie anticipa la consueta stagione;

4° Quando, essendo l'albero giovane, la corteccia è ruvida, crespa, fessa, di colore vario, macchiata e non affatto netta da quegli insetti che soventi vi sogliono annidare;

5° Quando, essendo l'albero di avanzata età, la sua corteccia grossa, rozza e crespa è coperta di muffe e occupata da insetti;

6° Quando si rompe facilmente presso la radice, e quando la corteccia presso la base è corrosa dai tarli;

7° Quando il tronco presenta delle cicatrici, dei tumori, delle escrescenze nella corteccia, delle fessure, e delle cavità fra le parti dei rami principali;

8° Quando, battendo con un palo e verso mezzogiorno sopra una parte del legno scortecciato se ne ritrae un suono cupo e imperfetto.

Un albero è in pessimo stato di decadenza allorquando la corteccia si stacca e si separa di distanza in distanza con spaccature che si fanno per traverso; è da temersi alterata la sua parte legnosa quando la corteccia è carica di musco, di lichene, di funghi,

e quando ha macchie nere o rosse: è foriere di vicina morte il sugo che sorte da qualche squarcio della corteccia.

161. Età più conveniente all'atterramento delle piante da cui si vogliono ricavare legnami da costruzione. — Le piante legnose, secondo la specie e le circostanze, possono vivere anni e secoli, ed in questa loro durata si distinguono tre stadii principali: d'*incremento*, di *maturazione* e di *deperimento*. Nel primo stadio si verifica il massimo incremento delle piante; nel secondo l'accrescimento è quasi arrestato, ed il legno formatosi nel primo matura, si rassoda, si indurisce, diventa resistente e si perfeziona; nel terzo finalmente la pianta comincia a deperire e dalla decrepitezza passa alla morte. Le piante si perfezionano adunque ed acquistano i requisiti che devono avere per essere utilmente impiegate nelle grandi costruzioni nel secondo stadio di loro vita, e, volendosi legnami perfetti, converrà procedere al loro atterramento verso il finire dell'epoca di maturazione, che è indicata dai seguenti contrassegni:

1° Dall'uguaglianza generale dei rami, giacchè negli alberi vigorosi i rami della cima sono più vegeti e più sporgenti degli altri;

2° Dallo spuntare precoce delle foglie in primavera, e dall'intempestivo ingiallimento che subiscono in autunno;

3° Dall'essiccazione di qualche ramo della cima;

4° Dalla cortezza dei polloni e dalla sottigliezza degli strati d'alburno e di sostanza legnosa ultimamente formati.

162. Stagione più conveniente per l'atterramento delle piante che devono somministrare legnami da costruzione. — Diverse sono le opinioni degli scrittori e dei pratici sulla stagione più conveniente per l'atterramento delle piante da cui si devono ricavare legnami da costruzione. Esiodo, Teofrasto, Plinio, Columella pretendono che si debba scegliere l'inverno; Vitruvio (*De architectura*, lib. II, cap. IX) preferisce il legname ottenuto sul finire dell'autunno; Catone, Vegezio, unitamente ad altri classici scrittori antichi, prescrivevano di abbattere le piante soltanto nei giorni del calare della luna. Le esperienze di Duhamel (*Traité de l'exploitation des bois* — tom. I) hanno costantemente confermato che non hanno sensibile influenza sulle qualità del legname nè l'epoca dell'anno nè l'età della luna in cui si fa l'atterramento degli alberi, e potersi indifferentemente scegliere quella stagione e quelle giornate che per circostanze particolari si ravvisano le più opportune. La stagione invernale sembra la più propizia all'atterramento delle piante allorquando si consideri la quistione sotto il lato dell'economia: in tale stagione, essendo pochissime le spese agricole, si possono avere le braccia

Digitized by Google

necessarie all'atterramento a prezzi più moderati che nelle altre stagioni dell'anno.

163. **Scortecciamento delle piante prima di atterrarle.** — Osservando che il succhio naturale delle piante è la principale causa di deterioramento dei tronchi e dei rami abbattuti, può tornare vantaggiosa la consuetudine degli antichi e memorata da Vitruvio, la quale consiste nel fare in modo che l'albero venga a perdere il suo succhio e la sua vita prima dell'atterramento. Si può raggiungere lo scopo in due modi: o togliendo in primavera una corona di corteccia verso il piede del tronco e traforandolo quivi con una trivella fino al midollo: o meglio spogliando tutto il tronco della corteccia. Questo scortecciamento ha per risultato di far sì che l'umore nutritivo, il quale sarebbe venuto ad aggiungere in quell'anno un nuovo anello all'alburno, venga distolto dal suo ordinario ufficio e ad addentrarsi in parte negli strati più concentrici dell'alburno ed in parte nel corpo legnoso del tronco, consolidando quello e migliorando questo. Il succhio in eccedenza trasuda e scola dall'escoriazione e dalla ferita, e così la pianta, affatto priva di umore, può essere abbattuta nell'estate, nell'autunno, nell'inverno successivo allo scortecciamento, o anche un anno dopo.

La pratica dello scortecciamento presenta grandi vantaggi, ma non è immune d'ogni inconveniente. L'alburno acquista le proprietà della parte legnosa, e quindi è meno soggetto alle tarlature; il legno che si ricava si può subito mettere in opera senza pregiudicare alla sua durevolezza; e, come lo provarono le esperienze di Duhamel e di Buffon, risulta più denso e più resistente di quello atterrato verde e poi disseccato. Non è però men vero che il legno scortecciato ed essiccato in piedi perde quasi totalmente la sua flessibilità e la sua elasticità, e che per conseguenza risulta totalmente disadatto a quei lavori in cui deve essere sottoposto ad incurvamento.

164. **Metodi per l'effettivo atterramento delle piante.** — L'operazione di atterrare le piante si può eseguire in quattro maniere diverse: o segando orizzontalmente il tronco presso terra; o recidendo il tronco sul pedale a ripetuti colpi di scure; o scalzando intorno il fittone per cavarlo unitamente al fusto dopo di aver tagliate le radici secondarie; o finalmente scalzando all'intorno tutte le radici onde svellerle insieme al fusto. Di questi quattro metodi, il secondo si reputa migliore ed è il più usitato: gli altri tre vengono qualche volta praticati nell'intento di conseguire qualche fine particolare.

Nell'atterramento nelle piante bisogna avere l'avvertenza di non apportar danni alle loro parti che sono destinate a somministrare legname da opera, e bisogna procurare che non soffrano guasti le piante vicine. I taglia-boschi conoscono assai bene i mezzi da adoperarsi per conseguire l'indicato scopo.

Gli Inglesi, nell'intento di preservare i fusti dalle fenditure a cui vanno facilmente soggetti nelle loro estremità, usano di reciderli sotto quel punto da cui si diffondono le radici, e sopra quel punto da cui si dipartono i rami: con ciò si ottiene che alle due estremità le fibre rimangono naturalmente attortigliate con gran forza di reciproca coesione, la quale è generalmente atta ad impedire che il legno si fenda.

165. Squadratura dei fusti. — La *squadratura* è quell'operazione che si eseguisce sui fusti degli alberi atterrati, onde ridurli o incompletamente o totalmente alla forma di parallelepipedi rettangoli. I legni che si ottengono dopo questa operazione si chiamano col nome generico di *legnami squadrati* o di *travi*. Le due dimensioni che presenta la sezione di un legno squadrato, simultaneamente considerate, costituiscono la *riquadratura* del pezzo; la dimensione più piccola ne è la *grossezza* e la più grande la *larghezza*.

Soventi i medesimi taglia-boschi praticano sui fusti degli alberi che atterrano una squadratura incompleta che consiste nel levare la corteccia e nel dare ai pezzi una forma grossolanamente parallelepipeda facendo uso della sola scure e senza curarsi che gli spigoli risultino vivi ed allineati. Il legname che risulta dopo quest'operazione di dice: *greggio* allorquando ciascuna delle quattro faccie spianate non presenta i 3/5 della totale grossezza del pezzo: *grossamente squadrato* allorquando le sfasciature che esistono sugli angoli non oltrepassano 1/5 della indicata grossezza, coll'alburno totalmente levato o che esiste tutto al più verso la coda con spessore minore di $0^m,03$.

Per ottenere una squadratura regolare, e per far sì che il pezzo squadrato risulti di forma perfettamente parallelepipeda, si può tenere il seguente processo: il tronco da squadrarsi già scortecciato si collochi sopra due legni di egual diametro disposti normalmente alla sua lunghezza; si taglino colla sega le due estremità in modo che le due basi del fusto risultino per quanto è possibile parallele; si determini il centro *o* (*fig.* 53) della base minore; per mezzo di un piombino si segni su detta base la verticale passante pel determinato centro; e appoggiandosi su questa linea si descriva un rettangolo *abcd* che rimanga inscritto nella base del fusto con due

lati verticali e due orizzontali. Fatto questo si venga alla base maggiore del fusto, si determini il suo centro *o'*, col piombino si segni la verticale passante pel detto centro, e, prendendo per base questa verticale, si costruisca il rettangolo *a'b'c'd'*, pure con due lati verticali e due orizzontali eguali a quelli del rettangolo *abcd*, coll'avvertenza di prolungare i due lati verticali fino ad incontrare la periferia in *e, f, g, h*. Segnando sulle superficie del pezzo, mediante un cordino di lana intriso in colore rosso o nero, le quattro linee *ae*, *bf*, *cg* e *dh*, si hanno le tracce dei due primi tagli a farsi onde ottenere la squadratura del fusto.

Così preparato il lavoro, il tagliatore incomincia ad incidere colla scure sui fianchi del fusto delle tacche distanti di circa 0m,70, e supponendo che vogliasi levare il segmento *adhe*, le approfonda fino a raggiungere le due tracce *ae* e *dh*. Dopo di ciò il tagliatore a colpi di scure stacca i segmenti di legno rimasti fra le tacche, ripulisce la faccia irregolare che ne risulta, e la spiana quindi diligentemente usando di una mannaia più larga. Il procedimento indicato per la faccia *adhe* si applica pure alla sua opposta *bcgf*. Dopo si rivolta il fusto, facendo sì che riposi sugli scanni una delle facce già spianate (*fig.* 54); si segnano col cordino di lana le quattro linee *aa'*, *bb'*, *cc'* e *dd'* e si ripete il lavoro descritto per formare le altre due facce e per compiere così la squadratura. L'operazione che viene fatta per levare i segmenti di legname che esistono fra le tacche già praticate si dice *sbozzamento* o *sgrossamento*.

Talvolta la squadratura dei fusti si eseguisce colla sega. L'operazione risulta allora più costosa quando si considera la sola mano d'opera. Se però si tien conto della circostanza che i segmenti di legno staccati colla scure non possono essere buoni che da bruciare, mentre quelli staccati colla sega possono essere utilmente impiegati nelle costruzioni, risulta facile il convincersi come si possano dare dei casi in cui la squadratura colla sega debba preferirsi a quella che si pratica colla scure.

I tronchi regolarmente squadrati come sopra venne indicato, e totalmente privati dell'alburno, somministrano legnami a facce piane, con spigoli vivi, netti e ben allineati, e di eguali dimensioni su tutta la loro lunghezza. Questi legnami si dicono *tirati a filo vivo coll'ascia* o *a spigolo netto colla sega*.

166. **Alcune quistioni sulla squadratura dei fusti.** — Infiniti sono i rettangoli che si possono inscrivere nella base minore di un medesimo fusto, ed infiniti per conseguenza sono i pezzi squadrati che da esso si possono ritrarre. Per determinare il problema con-

vien fissarsi il rapporto che deve esistere fra le lunghezze dei lati costituenti la riquadratura, o convien soddisfare a qualche condizione utile nella pratica imponendosi di ricavare il pezzo squadrato di massimo volume, o quello che presenta la massima resistenza agli sforzi a cui deve trovarsi sottoposto. I problemi che seguono indicano abbastanza come devesi procedere in qualsiasi pratica circostanza.

1. *Trovare i lati della riquadratura assegnabile al legno squadrato che si può ritrarre da un dato fusto di forma pressochè cilindrica e di sezione circolare, colla condizione che detti lati debbano avere fra loro un rapporto prestabilito.*

Siano:

r il ragio OA (*fig.* 55) della base minore del fusto, pochissimo diverso dal raggio della base maggiore, giacchè si è detto essere la sua forma pressochè cilindrica;

$m:n$ il rapporto che deve esistere fra i lati AB e BC della riquadratura;

x ed y i due lati AB e BC, costituenti gli elementi incogniti del problema.

La condizione del rapporto che deve esistere fra i due lati della riquadratura somministra questa prima equazione:

$$\frac{x}{y}=\frac{m}{n} \qquad (1);$$

ed il triangolo rettangolo ABC conduce a quest'altra:

$$x^2+y^2=4r^2 \qquad (2).$$

Ricavando il valore di y dalla (1) e sostituendolo nella (2) s ottiene:

$$x^2+\frac{n^2}{m^2}x^2=4r^2,$$

d'onde si deduce

$$x=\frac{2mr}{\sqrt{m^2+n^2}},$$

il quale valore di x posto nella (1) conduce a trovare

$$y=\frac{2nr}{\sqrt{m^2+n^2}}.$$

II. *Trovare i lati della riquadratura assegnabile al pezzo squadrato che si può ottenere da un fusto di forma pressochè cilindrica e di sezione circolare, colla condizione che il volume di detto pezzo sia il massimo possibile.*

Egli è evidente che il volume del pezzo squadrato sarà massimo allorquando la sua base sia il rettangolo di massima superficie inscrittibile nel circolo che costituisce la base minore del fusto.

Ritenute le denominazioni stabilite nel precedente problema per quanto concerne al raggio del circolo ed ai lati del rettangolo in esso inscritto, ed indicando colla lettera S la superficie da rendersi massima, si avrà:

$$S = xy \qquad (1),$$

la quale, eliminando y colla relazione

$$x^2 + y^2 = 4r^2$$

che ricavasi dal triangolo rettangolo ABC (*fig.* 55), trasformasi immediatamente in

$$S = x\sqrt{4r^2 - x^2} \qquad (2).$$

Per trovare ora qual è il massimo valore di cui è suscettiva la quantità S, si risolva l'ultima equazione per rapporto ad x. Elevandola al quadrato ne risulta l'equazione trinomia

$$x^4 - 4r^2 x^2 + S^2 = 0,$$

d'onde si deduce

$$x = \sqrt{2r^2 \pm \sqrt{4r^4 - S^2}} \qquad (3).$$

Considerando questo valore di x si riconosce che esso si conserva reale finchè

$$4r^4 - S^2 > 0,$$

e che il massimo valore assegnabile ad S è

$$S = 2r^2.$$

Questo valore di S posto nella (3) dà

$$x = r\sqrt{2}$$

Digitized by Google

e, posto nella (1) col valore ora trovato per x, conduce a

$$y = r\sqrt{2}.$$

Si arriva adunque a conchiudere che si avrà il pezzo squadrato di massimo volume inscrivendo un quadrato nella base circolare del fusto da cui si vuole esso ricavare.

(*) I due problemi esposti e le soluzioni relative sono alla portata di quei lettori che conoscono i soli elementi di algebra e di geometria; pei lettori più innoltrati nello studio delle matematiche, e che hanno cognizioni di geometria analitica e di calcolo differenziale, si espongono i due problemi che immediatamente seguono e che abbracciano i due primi come casi particolari.

III. *Trovare i lati della riquadratura assegnabile al pezzo squadrato che si può ricavare da un fusto di forma pressochè cilindrica e di sezione elittica, nell'ipotesi che detti lati debbano stare fra loro in un rapporto dato.*

Ritenute la denominazioni già stabilite nel problema I per quanto concerne al rapporto fra i due lati AB e BC (*fig.* 56) e alla lunghezza dei lati medesimi, si chiamino:

a e b i due semi-assi OF ed OH dell'elisse.

La prima equazione risolutrice del problema sarà

$$\frac{x}{y} = \frac{m}{n} \qquad (1).$$

e l'altra si ricaverà osservando che AB vale il doppio dell'ascissa OI del punto C dell'elisse, e che BC vale il doppio dell'ordinata IC del medisimo punto, cosicchè si avrà

$$\frac{x^2}{4a^2} + \frac{y^2}{4b^2} = 1 \qquad (2).$$

Prendendo il valore di y dalla (1), ponendolo nella (2) e ricavando x dall'equazione che ne risulta, si trova

$$x = \frac{2mob}{\sqrt{m^2b^2 + n^2a^2}}.$$

Il valore di y si deduce dalla (1), sostituendo in essa il valore trovato di x, e risulta

$$y = \frac{2nab}{\sqrt{m^2b^2 + n^2a^2}}.$$

Osservazione. — Nel caso che la base del fusto sia circolare e di raggio r, si deve porre $b = a = r$, ed i due valori di x e di y trovati si riducono a

$$y = \frac{2mr}{\sqrt{m^2+n^2}}$$

$$y = \frac{2nr}{\sqrt{m^2+n^2}}$$

che sono gli stessi valori già trovati al problema I, trattando direttamente il caso del fusto a sezione circolare.

IV. *Trovare i lati della riquadratura che sono convenienti per ricavare da un fusto di forma pressochè cilindrica e di sezione elittica il pezzo squadrato di volume massimo.*

La quistione sta nel trovare i due lati del massimo rettangolo inscrittibile in un'elisse data. Si ritengano perciò le denominazioni già stabilite per quanto concerne ai semi-assi dell'elisse ed alle lunghezze dei lati domandati, e si indichi con S la superficie del massimo rettangolo a cui competono tali lati. Fra le tre quantità S, x ed y si ha immediatamente l'equazione

$$S = xy \qquad (1),$$

mentre fra le due quantità x ed y si ha quest'altra

$$\frac{x^2}{4a^2} + \frac{y^2}{4b^2} = 1 \qquad (2),$$

già indicata nel precedente problema, e che risulta dal doversi trovare inscritto in un'elisse il rettangolo di cui si vogliono i lati.

Per trovare ora i due valori di x e di y che rendono massima la superficie S, dietro le note teorie dei massimi e dei minimi, si eguagli a zero la prima derivata del secondo membro dell'equazione (1); si faccia poscia la derivata dell'equazione (2), fra le due equazioni che ne risultano si elimini il $\frac{dy}{dx}$, e si ricavino i valori di x e di y che verificano all'equazione (2) e a quella ottenuta con quest'eliminazione. Seguendo questa strada si trova: eguagliando a zero la derivata del secondo membro della (1),

$$y + x\frac{dy}{dx} = 0;$$

facendo la prima derivata dell'equazione (2),

$$\frac{x}{a^2}+\frac{y}{b^2}\frac{dy}{dx}=0;$$

eliminando $\frac{dy}{dx}$ fra le equazioni ottenute,

$$\frac{y}{x}=\frac{b^2x}{a^2y};$$

e finalmente ricavando i valori di x e di y che verificano all'ultima equazione trovata ed alla (2),

$$x=a\sqrt{2}, \qquad y=b\sqrt{2}.$$

Osservazione. — Nell'ipotesi che la base del fusto sia un circolo di raggio r, allora $b=a=r$, e quindi i due valori di x e di y sono eguali, ossia il massimo rettangolo inscrittibile si riduce ad un quadrato, come già si è trovato al problema II, considerando direttamente il caso del fusto a sezione circolare.

V. *Determinare le dimensioni del massimo pezzo squadrato ricavabile da un fusto avente forma di tronco di cono.*

Avviene talvolta di incontrare dei fusti in cui le grandezze delle due basi sono molto diverse l'una dall'altra; allora è necessario di rinunciare all'ipotesi dei fusti cilindrici, ed è giuoco forza di considerarli almeno come tronchi di cono, che è la forma geometrica la quale più si approssima a quella che effettivamente hanno. È facile il vedere che, considerando un fusto conico ABCD (*fig.* 57), si possono in esso inscrivere non solo i parallelepipedi corrispondenti agli infiniti rettangoli inscritti nella base minore, ma ben anche tutti quelli che corrispondono agli infiniti rettangoli inscritti in qualunque sezione FNGP parallela alle basi, e quindi, trattandosi di ottenere il pezzo squadrato di maggior volume, converrà cercare a che distanza dalla base minore deve trovarsi la sezione in cui si deve inscrivere il rettangolo che corrisponde al parallelepipedo massimo, e quali sono i lati di detto rettangolo.

Suppongasi il fusto a basi elittiche, e chiaminsi:

a, b i due semi-assi OL ed OB dell'elisse costituente la base maggiore del fusto;

a' il semi-asse EQ dell'elisse formante la base minore e parallelo ad OL;

h l'altezza OE del fusto;

Digitized by Google

H l'altezza VO dell'intiero cono VAB;

u la distanza VH della sezione in cui devesi inscrivere il rettangolo che corrisponde al pezzo squadrato di maggior volume dal vertice V del cono a cui appartiene il tronco che si considera;

z la distanza EH della stessa sezione dalla base minore del tronco di cono;

Z l'altezza OH del pezzo squadrato di maggior volume;

v l'altezza del cono VDC;

e si ritengano le denominazioni già stabilite per quanto concerne ai lati TU e TS della riquadratura.

Immaginando condotta dal punto Q la retta QZ parallela all'asse VO dell'intiero cono, risulta il triangolo QZL simile al triangolo VOL, e si deduce

$$H = \frac{ah}{a-a'} \qquad (1).$$

Supponendo che la sezione FNGP sia quella in cui devesi inscrivere il rettangolo al quale corrisponde il pezzo squadrato di maggior volume, e considerando prima i due triangoli simili VOL e VHN, e quindi gli altri due VOB e VHF, riesce agevole il trovare i due semi-assi dell'elisse FNGP, che sono

$$\overline{HN} = \frac{au}{H}, \qquad \overline{HF} = \frac{bu}{H}.$$

I lati della riquadratura del tronco saranno quelli che corrispondono al massimo rettangolo inscritto nell'elisse FNGP, che sono rappresentati sulla figura in $TU = x$ ed in $TS = y$, e che, per quanto si trovò nel precedente problema, sono espressi da

$$x = \frac{au}{H}\sqrt{2}, \qquad y = \frac{bu}{H}\sqrt{2} \qquad (2).$$

Il volume del parallelepipedo inscrittibile nel tronco di cono, e che vuolsi rendere massimo, sarà espresso da

$$xy\,(H - u),$$

od anche, colla sostituzione dei valori di x e di y, da

$$2\frac{ab}{H^2}(H - u)\,u^2.$$

Differenziando quest'ultima espressione per rapporto ad u, ed eguagliando a zero la prima derivata, si trova

$$2H - 3u = 0$$

d'onde si ricava

$$u = \frac{2}{3}H \qquad (3).$$

Per trovare la distanza z della sezione in cui deve essere inscritto il rettangolo al quale corrisponde il pezzo squadrato del massimo volume dalla base minore del tronco di cono, conviene prima trovare l'altezza v del cono reciso che, per la considerazione dei due triangoli simili VEQ e VOL, è data da

$$v = \frac{a'H}{a},$$

e quindi trovare per differenza

$$z = u - v = \left(\frac{2}{3} - \frac{a'}{a}\right)H = \frac{2a - 3a'}{3a}H;$$

d'onde, ponendo per H il valore dato dalla (1),

$$z = \frac{2a - 3a'}{3(a - a')}h \qquad (4).$$

L'altezza Z del pezzo squadrato di volume massimo sarà data da

$$Z = \frac{1}{3}H = \frac{1}{3}\frac{ah}{a - a'},$$

ed i due lati della riquadratura si ottengono osservando che l'equaquazione (3) dà $\frac{u}{H} = \frac{2}{3}$, e che per conseguenza, sostituendo nella (2), risultano

$$x = \frac{2}{3}a\sqrt{2} \qquad y = \frac{2}{3}b\sqrt{2} \qquad (5).$$

Nel caso in cui il fusto sia a basi circolari, e che sia r il raggio della base maggiore, le formole (5) danno

$$x = y = \frac{2}{3}r\sqrt{2}.$$

Digitized by Google

Osservazione. — Quando il fusto che ha forma di cono è tale che $3a'$ sia eguale o maggiore di $2a$, il valore di z risulta nullo o negativo, e sì nell'uno che nell'altro caso si ha il pezzo squadrato di maggior volume considerando il fusto come cilindrico e di base eguale alla sua base minore.

167. Segatura dei legnami. — La *segatura* è quell'operazione che si pratica sia sui fusti appena scortecciati, sia su quelli grossolanamente squadrati, sia anche su quelli già ridotti a spigolo vivo od a spigolo retto, nell'intento di ritrarre diversi pezzi di legname d'assortimento eguali fra di loro.

Per effettuare la segatura di un fusto è necessario di segnare innanzi tutto sulle due basi le rette determinanti le tracce dei tagli che si vogliono eseguire, e di estendere quindi tali tracce sulla superficie convessa. Quest'operazione si manda ad effetto: segnando il centro o (*fig.* 58) della base minore; determinando con un piombino i due estremi a e b della verticale passante per detto punto o: tracciando, mediante il cordino tinto, sia l'indicata verticale ab, sia la orizzontale qor; portando a partire da o, e tanto a diritta quanto a sinistra su detta orizzontale, prima il mezzo spessore e poi lo spessore intero che vuolsi assegnare ai pezzi aumentato di alcuni millimetri, per tener conto di quella striscia di legno che viene consumato dalla sega; determinando con un piombino i punti c e d, e ed f, g ed h, i e k, ecc., in cui le verticali passanti per detti punti di divisione incontrano il perimetro della base minore; e tracciando finalmente queste verticali mediante il cordino tinto. L'operazione fatta sulla base minore del fusto si ripete per la base maggiore, e le linee così tracciate sulle due basi, unitamente a quelle che si possono segnare sulla superficie laterale fra c e c', fra d e d', fra e ed e', fra f ed f', ecc., servono a compiutamente determinare i tagli che deve effettuare la sega onde risulti nel fusto la voluta scomposizione.

Un procedimento di segatura semplice, che si può applicare sul luogo stesso dell'atterramento delle piante ed in pari tempo economico, è il seguente: ad un cavalletto formato da un tronco orizzontale sostenuto da quattro gambe, si appoggiano due legni inclinati, a contatto l'uno dell'altro e ritenuti sul terreno da due o più terraficcoli; ai legni inclinati, in una direzione ad essi perpendicolare e col centro di gravità nel loro piano verticale mediano, si accosta il fusto da segarsi; i segatori spingono il fusto su pel piano inclinato, rotandolo lo fanno venire alla sommità, e quindi girandolo orizzontalmente lo dispongono al disopra dei legni inclinati

Digitized by Google

in una posizione pressochè orizzontale; in questa posizione si rende immobile il fusto mediante un puntello posto sotto l'estremità che trovasi dalla parte in cui non esiste il piano inclinato, mediante un sostegno collocato fra questo piano ed il pezzo a segarsi, e mediante un allacciatura; finalmente si dà principio alla segatura da tre o da quattro operai, uno dei quali, montato sul fusto, spinge e tira alternativamente l'impugnatura superiore della sega, mentre gli altri due o gli altri tre tirano e spingono alternativamente le impugnature inferiori. I segatori, guidati dalle tracce preventivamente segnate sulle basi e sulla superficie convessa del tronco, effettuano tutti i tagli dall'estremo fino al cavalletto, trasportando il puntello più presso o più discosto del detto estremo in modo che non riesca d'ostacolo al progresso dell'operazione; dopo, sciolta l'allacciatura e levato il puntello, fanno descrivere un mezzo giro al fusto e lo mettono in posizione tale da potersi sottoporre alla segatura tutta la parte non ancora tagliata. — L'esperienza dimostra che bastano tre operai per eseguire tutte le manovre necessarie all'innalzamento, all'assestamento ed alla segatura di qualunque fusto.

Il processo di segatura che si è descritto può essere notevolmente accelerato, cercando una tale disposizione di cose per cui gli operai non debbano occuparsi dell'innalzamento del fusto alla sommità del cavalletto. Perciò, destinato il luogo in cui vuolsi eseguire la segatura, si scavi una fossa più o men lunga, secondo il numero più o men grande di seghe che contemporaneamente si vogliono tenere operose, larga tanto quanto può essere la massima lunghezza dei fusti da segarsi e profonda circa 1^{m},70. Attraverso a questa fossa, in senso normale alla sua lunghezza, da una riva all'altra si dispongano tante coppie di travi orizzontali a forte riquadratura, rinforzate da sottoposti puntelli ed eguali in numero a quello delle seghe che si vogliono stabilire. Le due travi, che debbono servire per una medesima sega, si collochino ad una tale distanza l'una dall'altra, che resti fra loro un intervallo libero di circa 1^{m},40, e le coppie di travi si dispongano per guisa che fra una sega e l'altra rimanga tanto spazio libero che gli operai delle diverse squadre non possano recarsi imbarazzo gli uni con gli altri nell'effettuare le manovre. Il fusto da segarsi si dispone parallelamente alle due travi di una medesima coppia, e si sostiene mediante pezzi di legno disposti normalmente alle travi medesime, e formanti con esse un sistema che dicesi *graticola*. Il fusto, fermato nell'indicata posizione viene generalmente segato da tre operai, uno

Digitized by Google

dei quali trovasi sulla schiena del fusto medesimo, mentre gli altri sono nel fondo della fossa. — L'indicata disposizione, oltre di rendere facile la manovra per mettere i fusti in posizione da essere segati, rende anche minore il pericolo a cui trovansi esposti i segatori in caso di qualche movimento nel fusto sottoposto all'operazione; e di più, per la facilità con cui si possono orizzontalmente tirare alle rive della fossa i pezzi segati, non sono a temersi alcuni guasti, frequenti nel primo sistema di segatura, allorquando si fanno cadere dal cavalletto i pezzi tagliati di mano in mano che vengono separati dal fusto segato.

La segatura dei legnami, assai più prontamente ed anche con maggiore economia, viene operata mediante macchine conosciute sotto il nome di *seghe meccaniche*, che generalmente vengono messe in movimento dall'acqua o dal vapore, e nelle quali l'uomo presta l'opera sua più come essere intelligente che come motore animale. La conoscenza dei diversi sistemi di seghe meccaniche, della loro composizione, del loro modo di funzionare spetta però all'ingegnere meccanico, anzichè all'ingegnere costruttore, ed è nei trattati di meccanica applicata, e principalmente in quelli che trattano del disegno e della composizione delle macchine, che devonsi ricercare tutte le nozioni indispensabili a ben comprendere il modo di agire di questi ingegnosi meccanismi.

168. **Considerazioni sulle direzioni più convenienti da assegnarsi ai tagli nell'operazione della segatura dei legnami.** — Sia AGBH (*fig.* 59) la testa di un fusto d'albero; supponiamo che da esso si vogliano ricavare più tavole mediante tagli fatti parallelamente al piano verticale AB, e consideriamo ciò che può avvenire dopo il taglio in una tavola qualunque ricavata in CDFE.

Per essere le maglie del tronco dirette secondo raggi, avviene che esse si presentano più avvicinate sulla faccia CE che sulla faccia DF, e che le dilatazioni od i restringimenti che esse vengono a subire sono molto più sensibili sulla prima che sulla seconda faccia. Segue da ciò che nel caso di assorbimento dell'umidità la tavola considerata deve incurvarsi e disporsi come si vede in C'D'F'E', e che nel caso di essiccamento deve succedere un movimento contrario come in C''D''F''E''. Quando i movimenti non sono uniformi per tutta l'estensione della tavola, le superficie C'E' e D'F', o C''E'' e D''F'', secondo le quali vennero praticati i tagli, non possono affettare la forma cilindrica, e devono necessariamente essere sghembe dopo l'incurvamento; e se per cause contrarie a quelle che hanno fatto piegare una tavola viene a diminuire il suo

incurvamento, ben difficilmente arriva che essa riprenda la forma perfettamente piana, sia perchè le molecole sonosi costituite in un nuovo stato d'equilibrio, sia perchè alcuni pori del legno si sono otturati nel periodo della deformazione. Queste considerazioni spiegano ad evidenza quanto sia mal ragionato il sistema di praticare la segatura dei legnami con tagli paralleli, e come la causa della frequente sua applicazione sia solamente da attribuirsi alla semplicità ed alla facilità che esso presenta.

Dirigendo i tagli di sega dalla periferia al centro, avviene che nelle tavole così ottenute le maglie rimangono parallele alle loro facce, che i movimenti per causa dell'umido e del secco si manifestano principalmente nel senso dello spessore e assai poco nel senso della larghezza, e che tali movimenti sono per conseguenza assai poco pronunciati e quasi insensibili. In questo sistema però le tavole presentano la forma di spicchi cilindrici (*fig.* 60), i quali male si appropriano agli usi ordinari del legname.

In Olanda si pratica la segatura dei legnami dividendo i fusti degli alberi in tre o quattro spicchi, secondo la maggiore o minore grandezza del loro diametro, e tagliando ciascuna di queste parti con tagli paralleli al piano (*fig.* 61) che divide per mezzo l'angolo abbracciato dallo spicchio. Le tavole che così si ottengono non rimangono tagliate secondo le maglie; quelle però di maggiore larghezza che vengono ricavate dal mezzo di ciascun spicchio soddisfano quasi perfettamente a questa condizione, e le altre tanto più vi soddisfano quanto più si trovano vicine al detto mezzo.

Moreau, negoziante di legname in Parigi, ha ideato di scompartire i fusti da sottoporsi a segatura, come appare dalla figura 62. Con questo sistema si ottengono pezzi di diverse dimensioni, ed ancora si giunge ad ottenere che i pezzi migliori abbiano i loro tagli sensibilmente paralleli ai piani delle maglie che in essi si trovano.

169. **Incurvamento dei legnami.** — Nelle costruzioni navali, in alcune arti meccaniche e talvolta anche nelle costruzioni civili si presenta il bisogno di legni incurvati, che si possono avere: o da piante cresciute naturalmente curve, o da fusti inarcati a bella posta durante la loro vita, o da legnami diritti e ad arte incurvati traendo partito della naturale flessibilità del legname, della sua elasticità e di alcuni mezzi capaci di comunicare ai legni la facoltà di mantenersi costantemente ricurvi, ancorchè cessino gli sforzi che valsero ad incurvarli.

Il taglio convenientemente diretto può servire per ricavare piccoli legni incurvati; con questo sistema però, oltre al considerevole

Digitized by Google

spreco di materia, si ottengono legnami deboli e snervati a motivo del taglio che subiscono le diverse fibre. L'incurvamento artificiale dei legnami deve essere fatto in modo che non succeda indebolimento nei pezzi incurvati e scrupolosamente si deve osservare a che non succedano interruzioni nelle loro fibre.

Una trave, incastrata per un suo estremo tangenzialmente ad una sagoma resistente, s'incurva sotto l'azione di convenienti forze estrinseche, ed al cessare di queste forze tende a riprendere la forma primitiva e la raggiunge, o solamente più o meno si avvicina, secondo che pel fatto dell'incurvamento non è, o è più o men sensibilmente rimasta alterata la naturale elasticità del legno. Segue da ciò che, per avere un incurvamento durevole senza nocumento di resistenza, è necessario di scemare le proprietà elastiche della sostanza legnosa e di esaltarne la flessibilità. L'esperienza ha dimostrato: che il calore, congiunto all'umidità, rammollisce le fibre del legno; che le rende più flessibili e capaci, sia di conservare le deformazioni prodotte da forze estrinseche, sia di ricuperare la naturale loro durezza nel raffreddarsi; e che per conseguenza si deve aver ricorso all'azione combinata del fuoco e dell'umido per rammollire i legni che devono essere sottoposti ad incurvamento.

L'ammollimento dei legnami da incurvarsi si può fare con tre distinti metodi: 1° tenendoli nell'acqua bollente; 2° lasciandoli per qualche tempo nel vapore che si sprigiona dall'acqua che bolle; 3° immergendoli nella sabbia umida ed elevata ad un'alta temperatura. Il primo metodo fa perdere al legno qualche parte del suo volume, della sua densità e della sua resistenza, a motivo della decomposizione che si verifica in alcuni dei suoi elementi costitutivi; il secondo non può essere applicato che a pezzi di piccolo spessore, perchè non valido a promuovere un gran calore nella massa legnosa; il terzo metodo è applicabile ai legni di qualunque grossezza, va immune degli inconvenienti che ha il primo, ed è quello che generalmente viene preferito nei grandi lavori per costruzioni navali. I legni convenientemente rammolliti si sottopongono all'incurvamento facendoli aderire ad apposite sagome con forze sufficienti e convenientemente disposte, ed in tale stato di aderenza si lasciano fino al perfetto asciugamento, o senza rimuovere le forze solleticanti, o sostituendo in loro vece delle equipollenti allacciature.

Si usa soventi negli arsenali di marina e nelle officine da legnaiuolo d'incurvare i legni di piccola grossezza colla semplice azione del fuoco applicato a quelle parti nelle quali si vuol produrre l'inflessione. Avviene però ben di sovente che il fuoco am-

Digitized by Google

mollisce e riscalda in grado disuguale le diverse fibre legnose, per cui, sotto l'azione delle forze estrinseche, alla difficoltà dell'incurvamento si aggiunge quasi sempre la rottura sulle parti convesse dei pezzi inarcati.

Nei metodi d'incurvamento, di cui si è tenuto breve discorso, avviene che le fibre della parte concava si accorciano poco o nulla affatto, e che quelle della parte convessa si allungano con indebolimento dei pezzi incurvati allorquando le fibre estreme della parte convessa si sono di troppo allungate. Per ovviare a quest'inconveniente si è pensato di produrre un accorciamento nelle fibre del legno all'atto stesso in cui si incurva, e di renderlo più solido per effetto dell'addensamento delle fibre. Per raggiungere lo scopo si pone il pezzo da inflettersi in un apparecchio consistente in due solidi ritegni di ghisa riuniti da lame di acciaio inestensibili ma flessibili, e si obbliga il legno ad incurvarsi su date sagome ed a conservarsi sempre in contatto colle lame. Già si pervenne a piegare ad angolo retto un pezzo di legno della riquadratura di 0^m,30, e persino a fare il gavello di una ruota in un sol pezzo.

L'esperienza dimostra che i legni incurvati ed insieme addensati, analogamente a quanto avviene pei legni riscaldati e poi compressi, contraggono una grande durezza e diventano suscettivi di un bel pulimento.

170. Denominazioni dei diversi legnami da costruzione squadrati e segati. — Indipendentemente della loro lunghezza e della loro grossezza, i legnami ottenuti colla squadratura e colla segatura si classificano a seconda del loro spessore e, per una convenzione da lungo tempo invalsa nelle costruzioni e nel commercio si dicono: *travi* quei legni che hanno grossezza non minore di 0^m,20; *travicelli* quegli altri la cui grossezza sta fra 0^m,20 e 0^m,10; *tavoloni* o *panconi* tutti quelli la cui grossezza è compresa fra 0^m,10 e 0^m,05; *tavole* o *assi* quelli di grossezza compresa fra 0^m,05 e 0^m,03: e finalmente *asserelli* quelli la cui grossezza non eccede i 0^m,03.

Colla squadratura si ottengono le travi dai grossi fusti delle piante, i travicelli dai piccoli; colla segatura si ottengono travicelli, tavoloni, assi ed asserelli. I quattro pezzi che si ricavano squadrando i fusti degli alberi a spigolo netto di sega, ed i due che si ottengono segando i fusti non squadrati con tagli paralleli si chiamano col nome di *copponi* o di *scorzi*.

171. Altri legnami adoperati nell'arte del costruttore. — Occorre nelle costruzioni anche l'impiego delle *listella*, dei *pali*, dei *palotti*, dei *rami*, delle *ritorte*, delle *gorre*, delle *fascine* e dei *fastelli*.

Digitized by Google

Le *listella* sono legni ridotti colla segatura a forma parallelepipeda colla riquadratura netta compresa da 0,04 a 0,065 e con una lunghezza di 3^m a 3^m,10.

I *pali* sono fusti ben diritti, diramati, senza nodi, colla circonferenza massima compresa fra 0^m,25 e 0^m,30, colla circonferenza minima lunga da 0^m,125 a 0^m,15, e colla lunghezza non maggiore di 6^m.

I *palotti* sono pali di minori dimensioni, colla periferia della base maggiore non eccedente 0^m,25 e non più lunghi di 1^m,50.

I *rami* quali vengono impiegati nell'arte del costruttore devono essere di cinque a sei anni, tagliati fuori sugo, di bella cresciuta, diritti, pieghevoli e spogliati delle foglie.

Le *ritorte*, oltre di soddisfare a tutte le generali condizioni dei rami, devono essere cresciute sul ceppo, pieghevoli e proprie ad essere attortigliate senza rompersi, quali sono quelle di salcio, di pioppo tremolo, di nocciuolo, ecc.

Le *gorre* si adoperano per fare graticci, e devono essere di legno duro, ben diritte, verdi, pieghevoli, non fragili, spogliate di rami, tagliate con cura alle estremità, col loro diametro minimo non minore della metà del diametro massimo. La lunghezza delle gorre oscilla fra 2^m,60 e 5^m, ed il loro diametro massimo fra 0^m,03 e 0^m,10.

Le *fascine* quali si impiegano in alcuni lavori di costruzione, sono ammassi di rami verdi di quattro a sei anni di crescimento, tagliati per quanto è possibile nell'autunno o nell'inverno e riuniti da ritorte. La lunghezza delle fascine varia ordinariamente da 2^m a 4^m, la lunghezza della periferia al capo maggiore da 0^m,30 a 1^m quelle della periferia al capo minore da 0^m,20 e 0^m,30, e sono ordinariamente legate con due, con tre, con quattro o con cinque ritorte.

I *fastelli* si compongono con rami strettamente e opportunamente legati da ritorte in modo da formare una specie di fascina presentante la medesima grossezza in tutti i punti della sua lunghezza. I fastelli hanno ordinariamente la circonferenza compresa fra 0^m,66 e 1^m, la lunghezza variabile tra 2^m e 4^m. Per ottenere un fastello si dispongono con cura i rami sfogliati, ma non sfrondati, su cavalletti in modo che i capi grossi rimangano alle due estremità, e che i piccoli si incrocicchino nell'interno del fastello: si stringono dopo strettamente col cabestano e con leve per dare al fastello la forma cilindrica, e poi si lega a mano a mano con ritorte in modo che i nodi di quest'ultime siano da una stessa parte. I capi grossi dei rami devono avere la circonferenza di 0^m,06 a 0^m,12 ed essere tagliati a penna.

172. **Indicazione dei lavori che si fanno sui legnami di commercio quando si impiegano nelle costruzioni.** — I legnami allo

stato di travi, di travicelli, di tavoloni, di assi e d'asserelli, all'atto del loro impiego devono essere tagliati per prestarsi alle forme ed alle dimensioni delle costruzioni in cui si devono adoperare e per ricevere uno stabile e ben ragionato collocamento. Qualsiasi taglio deve essere fatto in modo da ottenere il desiderato effetto col minimo indebolimento possibile e col minimo spreco di materia: nel progresso di questo lavoro, parlando delle opere in legname, si indicheranno i diversi modi che vengono seguiti in pratica per unire i legni, e le regole da seguirsi in ogni caso per eseguire dei tagli in armonia colle indicate condizioni; e basti per ora il distinguere i *pezzi a connessioni comuni*, che sono quelli che vengono uniti senza calettature; i *pezzi a connessioni semplici*, che si congiungono fra di loro per intestata a mezzo legno e ad ugnatura semplice e a squadra con incastri di profondità non maggiore di 1/3 della grossezza; i *pezzi a connessioni composte*, i quali si connettono con intaccature profonde più di 1/3 della loro grossezza e con calettature complicate.

Nelle opere in cui il legname è destinato a trovarsi continuamente esposto allo sguardo dell'osservatore, conviene che le diverse sue facce siano levigate e che, mediante un ben condotto piallamento, siano tolte tutte le irregolarità. Questo lavoro, oltre di contribuire al bell'aspetto delle costruzioni, serve anche ad allontanare le azioni distruggitrici dell'umidità e degli insetti roditori dei legnami, ed a rendere facile l'applicazione delle pitture, delle vernici e di tutti i composti riconosciuti utili nella conservazione dei legnami. Le superficie ottenute colla pialla soventi si rendono ancora più levigate fregandole con pietra pomice bagnata.

ARTICOLO III.

Conservazione dei legnami.

173. **Assunto del presente articolo.** — Per conservare i legnami, sia dall'epoca del loro atterramento fino a quella del loro impiego, sia allorquando sono in opera, si richiedono delle cure particolari e dei speciali provvedimenti diretti ad espellere la naturale umidità, a facilitare l'evaporazione del succhio nutritivo, a prevenire le screpolature e ad impedire l'annidamento dei tarli e degli altri animali roditori.

Numerose esperienze sonosi instituite in Inghilterra, in Francia, in Alemagna ed in Italia sui diversi mezzi creduti utili nella conser-

Digitized by Google

vazione dei legnami; ma non tutti hanno condotto a risultati concludenti, e non di rado si proposero dei procedimenti contradditorii per arrivare al medesimo scopo. In quello che segue verranno esposte le idee dei più accreditati scrittori sulle diverse circostanze che possono influire nella conservazione dei legnami da costruzione, e brevemente si terrà discorso dell'*iniezione*, che costituisce il mezzo più efficace per conservarli, tanto prima, quanto dopo il loro impiego.

174. **Effetto dello scortecciamento e della squadratura sui tronchi degli alberi di fresco atterrati.** — La pratica, comunemente seguita nella maggior parte dei paesi d'Europa, di squadrare i tronchi degli alberi appena atterrati e prima di estrarli dalla foresta in cui ebbero vita, è generalmente dannosa e contraria alla buona conservazione dei legnami: essa facilita le crepolature, le quali costituiscono una delle più possenti cause di deterioramento dei legni, e non produce il sollecito disseccamento che si ha in mira di ottenere, imperocchè il succhio è portato ad evaporarsi per le estremità anzichè attraverso ai fili legnosi. La corteccia, siccome sostanza porosa, facilmente lascia evaporare la sua umidità nell'atmosfera, facilmente ne attira di quella che abbonda nel legno ancora verde che ricopre, e difende nello stesso mentre la sostanza legnosa dei danni che vi potrebbero apportare i calori intensi, i cocenti raggi solari e gli impetuosi e continuati venti. Nei fusti di alberi sani ed appena atterrati non sono a temersi i tarli, perchè il legno è troppo verde per insetti che vivono nella siccità; e l'esperienza ha dimostrato che basta uno scortecciamento superficiale fatto coll'ascia per levare la crosta e le rughe della corteccia, per togliere le uova che vi possono essere state depositate e che possono dar vita ad insetti nocivi.

In Inghilterra si ha il costume di spogliare della loro corteccia i fusti appena abbattuti, se già non furono scortecciati in piedi, di tagliare i nocchi e tutte le promiuenze che possono riuscire d'impedimento nel trasporto, e di inviarli subito ai luoghi di deposito. Questa pratica è migliore di quella della squadratura, in quanto che lascia l'alburno come mezzo di difesa del sottostante corpo legnoso contro l'umidità, contro il calore, contro gli insetti, e come ostacolo meccanico alle fenditure che tendono a prodursi sotto l'azione dell'aria calda e secca.

175. **Stagionatura dei legnami.** — Si dicono *stagionati* quei legnami che trovansi perfettamente essiccati e che più non contengono l'acqua in cui stavano disciolte le materie gommose costituenti il succhio. Tre sono i sistemi principalmente impiegati per

la stagionatura dei legnami da costruzione: l'esposizione all'aria, l'immersione nell'acqua, ed il calore artificialmente portato in tutto il corpo legnoso.

Stagionatura per esposizione all'aria. — Il metodo di stagionatura per esposizione all'aria è quello che riesce più lungo, ma, come si è provato da molti costruttori, è quello che somministra legnami della massima forza e durata. Questo metodo si applica come segue: i tronchi abbattuti all'inverno e greggi, o tutto al più superficialmente scortecciati per levarvi gli insetti e le uova che ad essi possono dar vita, si depongono alla primavera, in posizione orizzontale ed a costa l'uno dell'altro, in luoghi asciutti, sufficientemente ventilati, al riparo del sole e col suolo perfettamente asciutto. Dopo un anno si disfanno le stive, si toglie la corteccia per distruggere gli insetti sbocciati dalle uova che vi furono depositate nell'estate, si tagliano le due estremità di ogni pezzo, e nuovamente si accatastano collocando sotto i pezzi che prima si trovavano al di sopra, spaziandoli in modo da formare due con una sola stiva; finalmente durante il terzo anno di stagionatura si può procedere alla squadratura dei fusti, e se essi manifesteranno delle fenditure, saranno queste assai poco profonde e non mai tali da rendere inservibili i legnami. In generale il tempo richiesto alla stagionatura dei legnami varia coll'essenza e dipende dal clima, dall'esposizione e dal modo con cui si è stivato nei depositi: solamente si può dire essere un legno sufficientemente stagionato, quando ha contratta tutta la facoltà igrometrica, se si gonfia, se diventa più pesante nei tempi umidi, se si contrae e se diviene più leggiero nei tempi asciutti.

Il metodo di stagionatura per esposizione all'aria si applica vantaggiosamente e su ampia scala alle tavole di qualunque spessore: i materiali da esporsi ad essiccamento si accatastano l'uno sull'altro in posizioni orizzontali coll'intermedio di listelli in legno per far sì che non si tocchino gli uni cogli altri e per ottenere una completa circolazione dell'aria.

Nel metodo di stagionatura per esposizione all'aria, il succhio lascia evaporare lentamente l'acqua in cui si trovano disciolte le sostanze gommose e queste, solidificandosi, si depositano nel corpo del legno, lo rinforzano e lo rendono durevole.

Si opina da taluni che si debba ottenere la più rapida e la migliore stagionatura dei tronchi ponendoli verticali, e si pretende che, tenendo i legni diritti, il succhio debba colare al piede e sfuggire pei lati. Quest'idea è assolutamente falsa; il succhio per la

Digitized by Google

capillarità vien sostenuto, e la parte del tronco appoggiata a terra, in virtù della capillarità stessa, assorbisce l'umido, e la dissecca-zione viene rallentata anzichè accelerata. La posizione orizzontale, almeno per la maggior parte delle essenze, è la migliore; perchè, l'assorbimento dell'aria è assai più considerevole sulle estremità che sui fili legnosi, e perchè il succhio assai più facilmente viene a contatto dell'aria nei tronchi orizzontali anzichè nei verticali.

Stagionatura per immersione. — Il metodo di stagionatura per immersione, che consiste nel lasciare per qualche tempo i legni esposti ad una corrente d'acqua dolce, è da taluni raccomandato sia per la solubilità del succhio il quale viene così esportato nel-l'acqua, sia per la prontezza con cui i pezzi si portano ad essiccamento appena estratti dall'acqua, sia per le minori fenditure che in essi si manifestano. I legnami fatti stagionare con questo metodo risultano meno forti di quelli fatti stagionare col metodo di esposizione all'aria, e perdono tutta la coesione che loro avrebbe conferito l'aderenza del succhio solidificato.

Invece dell'immersione nell'acqua dolce si suggerì da taluni l'immersione nell'acqua marina. Gli Olandesi pretendono di ricavare grandi vantaggi da quest'immersione e la praticano su ampia scala. Gli Svedesi ebbero troncato il danno che vi producevano alcuni insetti allorquando, per consiglio di Linneo, presero il partito di tuffare i loro legnami nell'acqua marina. I Veneziani costruttori invece ebbero a trovare cattivo il metodo fra loro invalso di immergere nell'acqua di mare i legni recentemente atterrati, e di ivi lasciarli fino al momento dell'impiego: riconobbero che questi legni, depositati sotto tettoie, si disseccavano all'esteriore, mentre nelle interne parti, ancora inzuppati d'acqua, marcivano prima di asciugarsi.

Quasi tutti i trattanti si dichiarano contro l'immersione nel-l'acqua dolce, e credono nociva l'immersione troppo prolungata nell'acqua di mare; imperocchè in questo caso il sale abbondantemente si insinua nei pori dei legni; attira l'umido dell'atmosfera e finisce per provocare in essi una rapida putrefazione.

Stagionatura per calore artificialmente portato in tutto il corpo legnoso. — Diversi sono i metodi già stati suggeriti ed impiegati per portare il calore in una massa legnosa nell'intento di disseccarla e di ridurla allo stato di legno stagionato.

Immergendo i legni nella sabbia convenientemente riscaldata da appositi tubi si è ottenuto, attesa l'uniformità del calore, di disseccare prontamente dei legnami di grandi dimensioni senza che siansi manifestate le ben che minime screpolature; e dopo l'ap-

plicazione di questo procedimento si trovò cangiato in buon legno l'alburno degli alberi atterrati nell'inverno e scortecciati in primavera.

Esponendo i legni al calore in appositi forni si arriva a prontamente espellere la loro naturale umidità; ma per la difficoltà di ben regolare il calore si ottiene un prodotto generalmente deteriorato in alcune delle qualità di un buon legname, nell'elasticità, nella flessibilità, nella resistenza; e l'esperienza ha dimostrato che il legno seccato al fuoco, anche a giusta misura, assorbisce prontamente l'umidità dell'aria e che presto si riduce alle condizioni di legno non stagionato.

L'impiego del vapore promette grandi vantaggi nell'essiccamento artificiale e pronto dei legnami. Vi fu chi pensò di costrurre delle grandi casse di legno; di porvi dentro i pezzi da seccare, spaziandoli convenientemente fra loro con zeppe; di far in esse entrare il vapore alimentato da apposite caldaie; di dar passaggio al vapore condensato per un foro leggermente inclinato posto alla cima della cassa; e di seguitare l'introduzione del vapore finchè il legno si trova privato della naturale sua umidità, giudicando tal punto all'istante in cui l'acqua proveniente dalla condensazione del vapore sorte limpida per mancanza di succhio esportabile. Questo mezzo è piuttosto dispendioso, però conduce a buoni risultati, e somministra legnami atti ad essere immediatamente lavorati.

176. **Iniezione dei legnami.** — L'operazione conosciuta col nome di *iniezione dei legnami* ha per oggetto di introdurre nei legni da costruzione un liquido capace di renderli inattaccabili alla fermentazione ed alle tarlature. L'introduzione del liquido preservatore può aver luogo: o per aspirazione, o per azione della gravità, o per semplice immersione, o finalmente per pressione.

I liquidi impiegati in tale operazione sono: il sublimato corrosivo, gli olii che si ricavano dalla distillazione dei bitumi e fra questi il créosote impuro, il solfato di rame, il solfato di ferro, il pirolignite di ferro, il cloruro di zinco, i cloruri di calce e di magnesia, ed i miscugli di solfuro di bario e di solfato di ferro. L'esperienza ha dimostrato: che le iniezioni con sublimato corrosivo e con créosote conducono a buoni risultati, ma che peccano dal lato dell'economia; che riescono vantaggiose quelle fatte con solfato di rame e con un miscuglio di sulfuro di bario e di solfato di ferro; che il solfato di ferro ed il pirolignite di ferro hanno l'inconveniente di intaccare il legno; che i cloruri di calce e di magnesia esaltano la flessibilità dei legni in cui si trovano iniet-

tati e che impediscono le fenditure; e che il cloruro di zinco riesce di poca efficacia.

Non tutti i legni sono egualmente suscettivi di ricevere l'iniezione. I *legni bianchi* manifestano questa proprietà in alto grado; altri legni, che Boucherie chiama *legni a cuore*, e tale è la quercia, si impregnano del liquido iniettato solamente per un certo numero di strati esterni, e non tollerano che il liquido venga a penetrare nei loro anelli centrali.

L'iniezione per aspirazione si pratica mentre gli alberi sono ancora in vita, e si trae partito delle forze vitali che determinano l'ascensione del succhio nell'epoca in cui questo movimento è maggiormente attivato. Perciò il liquido che deve essere assorbito si pone in vasi che circuiscono il piede dell'albero da due parti, e si favorisce l'aspirazione mediante intagli in esso praticati. L'introduzione del liquido si fa in modo completo dal piede alla sommità dell'albero, e l'esperienza ha fatto vedere che i più piccoli rami e persino le foglie ne rimangono penetrate.

Nei fusti già atterrati ancora verdi e che devono quindi essere divisi in due o più pezzi, si può praticare l'iniezione come segue: si dispone ciascun fusto orizzontalmente, ed in tutti i siti, in cui deve aver luogo la separazione, si dà un taglio di sega lasciando intatta una piccola porzione dello spessore nella parte inferiore; con una zeppa si allarga un poco il taglio praticato, e si colloca in esso il capo inferiore di una fune più grossa nel mezzo che nelle estremità, la quale col capo superiore va a terminare in un imbuto che riceve il liquido da iniettarsi per mezzo di un tubo di caoutchouc comunicante con un serbatoio superiore. Con questo procedimento il liquido penetra a diritta e da sinistra dei tagli in cui viene portato dalla fune, ed il succhio è costretto a sortire per le estremità del pezzo sottoposto all'iniezione.

L'iniezione, traendo partito della forza di gravità del liquido da iniettarsi, ha luogo disponendo verticalmente il pezzo da prepararsi, collocando il vaso del liquido superiormente alla sua base inferiore, e portandolo ad essa mediante appositi tubi.

L'iniezione per immersione consiste nell'immergere per qualche tempo i pezzi di legno in una dissoluzione bollente del liquido che vuolsi impiegare. Questo procedimento è assai semplice, ma riesce poco efficace.

L'iniezione per pressione consiste nel mettere i legnami da prepararsi in cilindri di ghisa o di grossa lamiera di ferro, nel chiuderli ermeticamente, nel fare il vuoto nel loro interno, nel lasciar pene-

trare il liquido che vuolsi adoperare, e nel farlo quindi ben penetrare nelle cavità del legname per pressione ottenuta con un'apposita macchina comprimente.

L'ingegnere civile Molinos, in un articolo assai interessante sulla preparazione dei legnami, inserito nella pubblicazione *Mémoires des Ingénieurs civils de Paris* (aprile-giugno 1853), consiglia: di iniettare i legni col solfato di rame o con altro preparato conservatore entro gli ordinari cilindri; di farli dopo disseccare in modo da non lasciare nel legno che il sale cristallizzato o combinato coll'albumine; e finalmente di tuffarli, al sortire dal luogo di essiccamento, in un bagno di catrame. Questo procedimento da solo basta evidentemente per opporsi a tutte le cause di distruzione dei legni: la presenza del solfato di rame difende il succhio solidificato dalla putrefazione; l'assenza d'acqua impedisce che possa aver luogo la fermentazione; e finalmente l'inviluppo impermeabile di catrame impedisce il ritorno dell'acqua. Di questo procedimento fu inventore Bethell.

Sull'efficacia dell'iniezione per difendere i legnami che devono stare immersi nell'acqua dalle brume e dagli altri insetti acquatici, non si hanno dati sicuri. Il nemico più terribile dei legni impiegati in costruzioni marittime è il *limnoria terebrans*, i cui danni vennero per la prima volta osservati da Robert Stevenson nell'anno 1810 al faro di Bell-Rak. Numerose esperienze hanno dimostrato che i legni di teak, di querce, di accaju, di faggio, d'olmo, di frassino e quelli provenienti dalle diverse varietà di pino, finiscono sempre per essere preda dei *limnoria*. I legnami iniettati di sublimato corrosivo si trovarono attaccati alla fine di ventotto mesi e interamente distrutti nel periodo di cinque anni. L'iniezione di solfato di ferro è ancora meno efficace; il legname così preparato, già in via di deperimento dopo dieci mesi dell'impiego, si trovò a completa distruzione nell'anno dopo. Il créosote, quantunque non micidiale per gli indicati insetti, è forse la sostanza che meglio si presta a ritardare la distruzione dei legnami impiegati in costruzioni di mare, e l'osservazione ha dimostrato che non vengono essi intaccati finchè conservano completamente il loro intonaco esteriore, il quale è più o meno durevole secondo che si trova in acque poco o molto salse ed in luoghi dove il mare è meno o più agitato. La conservazione dei legnami nell'acqua di mare è adunque un argomento della massima importanza, e la rovina di lavori d'arte della più alta utilità e sempre dispendiosi richiama dagli ingegneri costruttori grande attenzione, serie considerazioni e profondi studi.

Digitized by Google

CAPITOLO XII.

Metalli più in uso nelle costruzioni.

ARTICOLO I.

Ferro, ghisa e acciaio.

177. **Ferro.** — Il ferro è un corpo semplice che non si trova puro in natura, e che generalmente si ritrae dal seno della terra combinato con altre sostanze. Gli ossidi, i solfuri, il carbonato di protossido di ferro sono i minerali più importanti, da cui, mediante opportuni trattamenti, si ritrae l'immensa quantità di ferro metallico che viene consumato nelle industrie e nelle costruzioni.

Tali minerali abbondano, ove più ove meno, in tutti i paesi della terra: l'Italia possiede preziose miniere nella Lombardia e nel Piemonte. Le miniere dell'isola d'Elba sono quelle che alimentano di ricco minerale le ferriere della Toscana e dello Stato Romano, nelle quali viene preparato gran parte del ferro che consumasi nelle regioni meridionali della nostra penisola (1).

178. **Assortimento del ferro per gli usi delle costruzioni.** — Il ferro si provvede in commercio per gli usi a cui viene destinato nelle costruzioni: sotto forma di barre cilindriche o prismatiche; sotto forma di lame sottili e strette; sotto forma di lamiera e sotto forma di fili.

Il peso specifico del ferro di commercio è mediamente di 7,70.

Da parecchi costruttori si chiamano:

Verghe tonde o *quadre* le barre cilindriche o prismatiche a base quadrata quali vengono dalle ferriere;

Ferri da tiranti quelli a sezione rettangolare con spessore compreso $0^m,008$ e $0^m,02$ e con larghezza fra $0^m,04$ e $0^m,065$;

Bastardello ogni verga la cui grossezza è compresa fra $0^m,004$ e $0^m,015$ con larghezza fra $0^m,023$ e $0^m,055$;

(1) Quel lettore che desidera conoscere i processi di fabbricazione dei metalli e dei diversi prodotti utili nelle costruzioni, deve consultare delle opere speciali di metallurgia o di chimica applicata, e fra queste ultime mi limiterò ad indicare l'esteso e scientifico lavoro del signor comm. Ascanio Sobrero, professore nella scuola d'applicazione per gl'ingegneri in Torino.

Digitized by Google

Ferro da cerchi qualsiasi lama dello spessore di 0m,002 a 0m,008 con larghezza da 0m,03 a 0m,1;

Mogliette quelle lastre la cui grossezza è fra 0m,002 e 0m,004 con larghezza fra 0m,02 e 0m,11;

Righe le lame grosse da 0m,003 a 0m,007 e larghe da 0m,02 a 0m,045;

Piattina ogni lama dello spessore di 0m,005 a 0m,03 per 0m,009 a 0m,05 di larghezza.

Le lamiere si distinguono in *sottili* ed in *forti* secondo che il loro spessore non eccede o eccede i 0m,003.

I fili di ferro sono specificati in commercio con numeri, e quelli il cui impiego può tornar utile nelle costruzioni sono compresi dal numero 1 al numero 30 con diametri fra 0mm,68 e 14mm, con peso per ogni 100m di lunghezza variabile fra 0kg,272 e 115kg,5, e con lunghezza per ogni chilogramma oscillante fra 364m e 0m,64.

179. **Varie specie di ferro.** — I costruttori distinguono cinque principali specie di ferro, che sono: il *ferro dolce;* il *ferro duro;* il *ferro fragile a freddo;* il *ferro fragile a caldo;* il *ferro agro.*

Il *ferro dolce* è il più puro, il più duttile ed il più malleabile di tutti: ha tessuto molto nervoso, poca grana, fibre longitudinali diritte o tortuose con filamenti di un color bianco volgente al bigio. Questo ferro piega facilmente sì a freddo che a caldo senza scheggiarsi, e notevolmente si allunga prima di rompersi: scaldato alla fucina deteriora di bontà; qualche volta abbrucia e diventa fragile; difficilmente si può pulire e facilmente si ossida. Il ferro dolce è il più vantaggioso per la fabbricazione dei fili di ferro e torna utile nelle cerchiature ed in tutti quei pezzi che devono essere in varie guise contorti.

Il *ferro duro* è il più resistente di tutti; presenta nella frattura un colore bianco argentino; può sopportare dei carichi considerevoli senza subire sensibile allungamento; piega sì a freddo che a caldo senza rompersi, ma meno facilmente del ferro dolce. Scaldato alla fucina, conserva per molto tempo la sua tessitura granulare, che anzi si migliora divenendo più dolce; martellato a freddo diventa fragile; col calore però torna a perdere tale difetto. Questa specie di ferro è suscettiva di una bella pulitura, la quale facoltà deriva dalla finezza e dall'omogeneità della sua grana; ed è molto utile nelle costruzioni in cui deve sopportare dei grandi sforzi.

Il *ferro fragile a freddo* può essere dolce o può essere duro, ed in ambedue i casi si lavora facilmente a caldo perchè piega in ogni

verso. Quando è dolce presenta filamenti corti, con colore bigio scuro, ed assume questo carattere quando è stato bruciato alla fucina. Pel ferro duro la fragilità a freddo è generalmente dovuta alla presenza di una certa quantità di fosforo, e, secondo Karsten bastano 0,006 di fosforo per attribuire al ferro l'indicata cattiva qualità. L'uso del ferro fragile a freddo va limitato ai soli casi in cui non deve sopportare considerevoli sforzi.

Il *ferro fragile a caldo* si comporta bene quando è freddo, ma assai difficilmente si lavora e si fende quando è rovente. Secondo Karsten basta la presenza di 0,0004 di solfo per dare al ferro l'indicata cattiva qualità. Talvolta il difetto non è molto notevole, giacchè avvengono dei casi in cui il ferro è fragile appena rovente, mentre si può saldare e lavorare quando viene arroventato a bianchezza.

Il *ferro agro* è fragile sì a freddo che a caldo, e quindi il suo impiego, generalmente svantaggioso sotto tutti i rapporti, è proscritto nelle costruzioni. Tali sono i ferri male battuti o male affinati.

180. **Criterii pratici per conoscere le buone e le cattive qualità dei ferri.** — Il carbonio, il solfo ed il fosforo sono gli elementi che danno cattive qualità al ferro, e siccome la presenza di tali sostanze può derivare dalla natura del minerale, dal processo di fabbricazione e dal combustibile impiegato, il costruttore, nella scelta dei ferri di cui vuol far uso, deve aver riguardo alla sua provenienza ed alla qualità del combustibile impiegato. I ferri provenienti dall'isola d'Elba contengono del solfo e del fosforo che li rende inferiori ai ferri d'Aosta, di Savoia, di Svezia. I ferri inglesi, buoni per la loro origine, diventano cattivi perchè lavorati col coke o col litantrace, i quali, contenendo delle sostanze solfuree, ne trasmettono nella combustione al ferro.

Per rapporto al processo di fabbricazione è da dirsi che la bontà dei ferri è in ragione del grado di affinamento che hanno ricevuto. È indizio di un ferro non abbastanza affinato, di un ferro fragile a caldo e di un ferro difficilmente lavorabile, la presenza di piccole fenditure di cui vedesi sovente attraversata la superficie; e per contro indicano ferro di buona qualità, ben battuto e che ha acquistato nervo alcune piccole vene nere distese nel senso della lunghezza delle spranghe.

Anche la forma delle barre in ferro ha qualche influenza sulle qualità del metallo di cui sono costituite: le grosse barre passate ai cilindri laminatori sembrano generalmente meno tenaci e meno resistenti di quelle preparate a ripetuti colpi di maglio, e per con-

Digitized by Google

verso le barre sottili, le lastre e le lamiere sembrano migliori allorquando vengono preparate al laminatoio. A parità di lavoro poi ed a parità di materia, il ferro fabbricato in grosse barre è sempre di qualità inferiore a quello fabbricato in barre di piccolo spessore e in verghe piatte, ed il Rendelet, in seguito ad accurate osservazioni dedusse che l'effetto del maglio non si interna più di 0m,0045 sotto la superficie nelle barre quadre di piccole dimensioni e nelle verghe piatte, e poco più di di 0m,001 nelle grosse barre quadre.

Una prova che sovente vedesi fatta da molti pratici nell'intento di riconoscere se una spranga di ferro lunga e sottile è di buona qualità, consiste nel sollevarla per un capo e nello scuoterla fortemente; nel caso che la verga si rompa a questo semplice esperimento va riputata come assai fragile a freddo. Se la spranga resiste all'indicata prova, conviene drizzarla sulla cima e lasciarla dopo cadere su un terreno selciato: la resistenza a questo secondo esperimento è indizio di un ferro non fragile a freddo. Conviene però osservare che l'indicato modo di procedere è nè bastante, nè esatto, e che può talvolta indurre a ricusare quei ferri che si mostrano fragili a freddo perchè stati battuti e prontamente raffreddati nell'acqua, ed i quali diventano di buonissima qualità allorquando si fanno ricuocere con gran fuoco.

Migliori degl'indicati indizi sono quelli che si manifestano rompendo le barre di ferro ed esaminandone la loro grana. Perciò prendasi una spranga del ferro a cimentarsi; si ponga attraverso di un incudine e mediante uno scarpello ben temperato e a gran colpi di martello vi si faccia un'intaccatura. Dopo questo, si posi in falso la spranga su due pezzi di ferro collocati a distanza di circa 0m,20 l'uno dall'altro sopra un ceppo di legno, e si batta a colpi di martello nell'intaccatura fino a romperla. Il ferro è da riputarsi dolce, per lo meno a freddo, allorquando la spranga piega sotto ai colpi del martello, quando questo vi lascia profonde impronte e quando si è costretti di piegarla più volte in senso opposto per produrre la rottura; se invece la spranga si spezza ai primi colpi del martello, va essa riputata come costituita di ferro fragile, che probabilmente riesce duro alla lima, difficile a foggiarsi, agro, pronto all'abbruciamento, e con tendenza a maggiormente incrudire anzichè ad addolcirsi sotto i colpi del martello, allorquando presenta una frattura lucida e formata di grandi paglie a guisa di pezzi di talco. Questa regola però soffre qualche eccezione, inquantochè vi è del ferro che rompesi a freddo per non essere stato convenientemente trattato al fuoco, senza essere per questo di cattiva qualità

Digitized by Google

e totalmente disadatto ad alcuni importanti impieghi nell'arte di costrurre. — Quei ferri, che si spezzano sotto l'indicata prova, ma che presentano una frattura biancastra, poco lucente ed una grana non molto grossa, si riscaldano meglio dei precedenti, sono meno crudi, ma sempre sono duri e non si prestano ad essere lavorati colla lima e col trapano. — Finalmente i ferri, che presentano una frattura di un colore bruno nerastro, ineguale per alcune fibre che si sono lacerate, come avviene quando si rompe il piombo, sono assai dolci, facili a lavorarsi a caldo ed a freddo colla lima e col martello, ma quasi sempre difficili a pulirsi e non suscettivi di acquistare una bella lucidezza.

Vi sono dei ferri i quali, lavorati col martello, acquistano alcune buone qualità che non hanno per insufficienza di lavoro avuto nelle ferriere, e ve ne sono degli altri di grana fina e bigia, non fibrosi, che non si spezzano tanto facilmente, che sono abbastanza flessibili, che prendono una bella pulitura, ma che riescono duri alla lima, che facilmente bollono nella fucina, che non sono atti per quei lavori che richiedono molta forza e che invece tornano della massima utilità per fare coltri, vomeri d'aratri e simili utensili.

Gli indicati caratteri per conoscere le buone e le cattive qualità dei ferri non sono tali da potervisi attenere come ad indizi infallibili. In generale gli assaggi al fuoco sono quelli che somministrano gli indizi più sicuri. Questi assaggi consistono nel sottoporre il ferro che vuolsi provare a differenti gradi di temperatura, a saldarlo sopra se stesso e ad osservare attentamente come si comporta, sia quando è caldo, sia dopo il raffreddamento, allorquando si attortiglia e si fora presso gli orli. In generale, i ferri che non si saldano bene, che si fendono, che si spezzano sotto i colpi del martello, che si sfaldano coll'attortigliamento, e che si guastano negli orli per la perforazione sono di cattiva qualità.

181. **Difetti che si riscontrano nei ferri di cattiva qualità.** — Il ferro può riuscire di qualità disadatta agli usi delle costruzioni per diversi difetti che prendono nomi speciali, e fra cui segnatamente si annoverano: gli *slogamenti*, ossia le mancanze di presa e le lacune che si manifestano nei ferri male battuti; le *impurità*, ossia l'interposizione di materie eterogenee alla sostanza metallica; le *sfogliature*, ossia le fessure trasversali prodotte dal maglio; i *peli*, o piccole crepature di poca estensione manifestantisi solo in superficie; i *gruppi*, che consistono nella soluzione di continuità.

182. **Chiodi, caviglie e viti in ferro.** — I ferri allo stato di barre, di lamine e di lamiere, quali ci vengono dalle grandi offi-

Digitized by Google

cine ed in seguito lavorati e ridotti a forme ed a dimensioni assegnate per opera dei fabbri, somministrano i diversi pezzi che in svariatissime guise vengono impiegati nelle nostre costruzioni. Vi sono però alcuni oggetti di uso continuo nell'arte di fabbricare pei quali riesce dispendiosa e male a proposito la fabbricazione a misura del bisogno, e tali oggetti sono principalmente i chiodi, le caviglie e le viti che si fabbricano in apposite officine con dimensioni così variate da assere sufficienti a tutte le pratiche esigenze, che vengono provvisti ed in seguito messi in opera quali si trovano in commercio.

Il ferro dei chiodi, delle caviglie e delle viti deve essere di prima qualità, non vetrino, pieghevole a caldo ed a freddo, fucinato con accuratezza, e totalmente esente di scaglie, di peli, di gruppi e di altri difetti.

I chiodi hanno i loro fusti o di forma cilindrica o di forma piramidale rettangolare, ed in ogni caso devono presentare una punta acuta. Essi si distinguono in varie specie e meritano principalmente di essere considerati: i *chiodi di spilla*, detti comunemente *punte di Parigi* e *da vetraio;* i *chiodi a testa di mosca, a testa piatta* e *ad ala*, detti in commercio *a mezza testa* o *falsi;* i *brocconi a testa piatta* e *ad ala;* le *brocche a testa piatta*; le *brocche da cornice ad ala*; i *chiodi da ferratura, a testa di fungo da ribadire*, ecc. La lunghezza dei chiodi si limita ordinariamente a $0^m,130$.

I *chiodi di spilla* sono quelli che si fabbricano con fili di ferro in modo di avere l'estremità inferiore appuntata con precisione e da presentare, eccezion fatta delle punte da vetraio, una testa piatta o tonda che aggetti uniformemente sul fusto della metà circa del diametro di quest'ultimo. I *chiodi di spilla da vetraio* si fanno generalmente con fili di ferro numero 8; i *chiodi di spilla comuni* o *punte di Parigi* con fili di ferro numero 15, 12, 11 e 10. — Le *brocche da cornice ad ala* (*false* o *a mezza testa*) hanno fusto allungato con sezione rettangolare e presentano la capocchia a foggia di due ale circolari distese sui due lati opposti. — I *chiodi a testa di fungo* da ribadire sono a fusto cilindrico con capocchia piena o sferica.

Le *caviglie* non sono altro che grossi chiodi con lunghezza maggiore di $0^m,130$, con fusto a sezione rettangolare ed avente forma di piramide allungata, terminato alla grossa estremità da una capocchia prismatica o a testa di fungo sporgente dal fusto. I costruttori distinguono le *caviglie* dalle *cavigliette*; le prime hanno la loro lunghezza maggiore di $0^m,3$, le seconde invece non eccedono in

lunghezza questo limite. — Le caviglie si trovano in commercio con varie dimensioni e convenienti a tutti gli usi a cui le suole destinare il costruttore.

Le viti di cui è oggetto al presente numero sono quelle che diconsi *viti a legno*, perchè si impiegano nelle opere in legname, e che con svariatissime dimensioni si trovano in commercio. Queste viti si fabbricano con fili di ferro ed hanno il loro fusto cilindrico nella parte superiore, dolcemente conico e circondato da una spira a pane triangolare nella parte inferiore. Una capocchia tonda con diametro doppio di quello del fusto, ora piatta ed ora a testa di fungo, si trova all'estremo del pezzo cilindrico, e detta capocchia porta sempre nella parte superiore una tacca diametrale che si approfonda fino a circa i 2/3 della sua altezza. Sono riputate di buonissima qualità le viti a legno di Vienna.

L'assortimento dei chiodi, delle caviglie e delle viti non è lo stesso in tutti i paesi, ed il numero degli articoli è più o meno copioso secondo lo stato commerciale, le consuetudini ed il sistema di fabbricazione. In vista di questo non presento tavola alcuna dell'assortimento dei chiodi, delle caviglie e delle viti, e lascio piuttosto alla cura degli ingegneri di raccogliere nella località in cui trovansi le denominazioni delle chioderie che trovansi in commercio, la loro destinazione, le dimensioni dei diversi pezzi ed il peso per ogni centinaio.

183. **Saldatura di ferro con ferro.** — Due o più masse di ferro riscaldate a calore rosso-bianco, poste a contatto, portate sull'incudine ed insieme battute si consolidano l'una coll'altra e si saldano. Affinchè la saldatura sia durevole si richiede che i pezzi da unirsi non siano coperti d'ossido. Per questa ragione nell'operazione di saldare si deve fare in modo che l'aria gettata dal mantice attraversi uno strato considerevole di carboni accesi che ne tolgano l'ossigeno prima di arrivare al ferro, ed ancora, giunti i pezzi da saldarsi a bollore, si deve gettar sopra alquanta sabbia silicea, la quale facendosi aderente ai pezzi arroventati e fondendosi coll'ossido di ferro formatovisi, li copra di un vetro fusibile, che in parte si separa nella fucina sotto forma di scorie, ed in parte schizza sotto i colpi del martello, per lasciare le superficie metalliche a nudo e suscettive di saldamente unirsi.

184. **Conservazione del ferro.** — Il ferro si ossida assai facilmente all'aria umida e più prontamente sulle facce limate che sulle altre. Quest'ossidazione indebolisce il ferro e pregiudica quindi notevolmente alla durata di quelle costruzioni in cui questo me-

Digitized by Google

tallo è impiegato come mezzo resistente. Oltre al danno che deriva dalla diminuzione di resistenza, avviene talvolta che il ferro, aumentando di volume nell'ossidarsi, determina la ruttura delle pietre nelle quali è messo in opera.

A preservare il ferro dall'ossidazione, giova qualunque intonaco di materia che impedisca l'accesso dell'umido alla superficie del metallo. Il grasso animale, gli olii, le resine sono tanti mezzi per preservare il ferro dall'ossidazione: comunemente si fa uso di una vernice di olio di lino cotto ridotto a consistenza coll'unirvi del nero fumo; oppure di una vernice fatta con olio seccativo di lino o di noce, a cui si mesce del minio oppure della biacca ed una sostanza colorante. Le vernici in cui entrano delle terre ocracee sarebbero dannose, perchè gli acidi che trovansi in tali terre tendono ad eccitare l'ossidazione del metallo; e per la medesima ragione bisogna ben avvertire di non impiegare olii o grassi irranciditi capaci di sviluppare principii ossidanti.

Rondelet asserisce d'avere osservato il ferro rimasto sott'acqua più di trent'anni in costruzioni idrauliche per nulla intaccato dalla ruggine. Da quest'osservazione di Rondelet si può dedurre che a preservare il ferro dall'ossidazione basta avvilupparlo con calce.

Un'osservazione importante è quella dell'influenza che ha il contatto del solfo nel promuovere l'ossidazione sul ferro, e da cui emerge che il gesso, il quate è un solfato di calce, fa sì che ben presto si trovino ossidati i ferri in esso avvolti. Si deve adunque proscrivere l'uso del gesso in vicinanza del ferro, come pure l'uso dei mastici sulfurei.

Per proteggere il ferro dall'azione dell'acido solforoso, alla qual azione si trovano esposte le caldaie a vapore per la combustione del coke od altro combustibile minerale, il signor Soeder suggerì la seguente preparazione. Fregata la superficie del ferro con grossa sabbia quarzosa per togliervi l'ossido, si lavi con l'acqua, si asciughi e quindi si spalmi con una soluzione di vetro solubile preparato con vetro pesto e levigato, che segni 30°B e che contenga 50 grammi di vetro per ogni litro. Lasciato seccare a 100° il ferro così spalmato, si prepari il miscuglio seguente:

Vetro solubile in soluzione evaporata a consistenza di sciroppo e calda a 90° . .	Litri	1
Quarzo in polvere	Chil.	1,180
Battiture di ferro in polvere	»	0,050
Calce	»	0,006
Argilla	»	0,006

Questo miscuglio, applicato ancora caldo sul ferro pure caldo, isperso di sabbia quarzosa fina e lasciato asciugare all'aria, dopo d'aver esposto il ferro su cui si trova al calore rosso nascente, dà uno strato vitreo che serve mirabilmente a proteggere il ferro dall'azione dell'acido solforoso.

185. **Ghisa.** — I principii essenziali della *ghisa* o *ferraccio* dovrebbero essere il ferro, il carbone ed il silicio. Difficilmente però si può avere la ghisa costituita da queste sole sostanze: sempre contiene piccole quantità di solfo, di fosforo e di manganese, e talvolta anche dell'arsenico, dell'alluminio, del calcio e del magnesio.

186. **Caratteri che distinguono la ghisa dal ferro.** — I caratteri che nettamente distinguono la ghisa dal ferro sono: la maggiore flessibilità, la minore malleabilità, la maggiore fragilità, la difficoltà di potersi lavorare col martello sì a caldo che a freddo, l'impossibilità di saldarla con se stessa, la minore tenacità e la maggiore resistenza allo schiacciamento.

La ghisa, non già a colpi di martello, ma bensì dopo la fusione, prende la forma che alla medesima si vuol dare colandola in appositi stampi.

La ghisa torna utile nell'arte di costrurre per fabbricare tutti quegli oggetti che si dicono *di ferro fuso*, come travi, cunei per archi mettallici, rulli, colonne, e molti altri articoli di cui si farà cenno nel progresso di questo lavoro.

187. **Diverse specie di ghisa.** — Si considerano dai costruttori quattro principali specie di ghisa: la *ghisa nera*, la *ghisa bigia*, la *ghisa bianca* e la *ghisa mista*, le quali specie variano dall'una all'altra sia per il diverso stato di aggregazione delle molecole, sia per le diverse proporzioni di carbonio e delle altre sostanze che in esse si trovano.

La *ghisa nera* è quella, fra tutte le specie di ghisa, che contiene più carbonio; riesce alcun poco pieghevole, presenta pochissima tenacità, e nella sua frattura appariscono una grana fina ed un colore cupo. Questa ghisa giustamente si riguarda come la più disadatta alle costruzioni ed in genere a tutti i lavori: la proporporzione di carbonio in essa contenuto è generalmente maggiore di 2,75 su 100 parti.

La *ghisa bigia* è dolce, granosa, leggermente malleabile, sente alcun poco l'azione del martello e si lascia intaccare dalla lima, dallo scarpello e dal trapano. Nella frattura presenta un colore piombino: possiede qualche grado di tenacità ed è generalmente tanto più dura e tanto meno malleabile, quanto più il suo colore

piombino tende al chiaro. Questa ghisa è quella che ordinariamente viene impiegata nelle costruzioni; la proporzione di carbonio in essa contenuto è generalmente inferiore a 2,75 su 100 parti; entra in fusione a circa 6° del pirometro Wedgwood; ed il suo peso specifico è mediamente 7,20.

La *ghisa bianca* è dura, non malleabile, estremamente fragile e non si lascia lavorare al martello ed alla lima. La sua frattura è brillante di un bianco argentino volgente al bigio chiaro, sempre lamellare ed ordinariamente fibrosa e raggiata. Questa ghisa non si può impiegare in quei siti nei quali deve sopportare urti violenti. Sembra che la quantità di carbonio contenuto nella ghisa bianca possa giungere fino alla proporzione assegnata per la ghisa bigia, e che la presenza del solfo e del fosforo sia la causa che rende bianca una ghisa e che le attribuisce le qualità indicate. Il peso specifico della ghisa bianca si può mediamente fissare a 7,50; essa è più fusibile della bigia, ma non acquista lo stesso grado di liquidità.

La *ghisa mista*, che tiene una via di mezzo fra la ghisa bianca e la ghisa bigia, serve benissimo alla confezione di pezzi di getto che messi in opera devono opporre forti resistenze principalmente alla pressione.

La ghisa bigia non è suscettiva d'un sì bel pulimento, e si ossida più facilmente della ghisa bianca, ma meno del ferro. Le superficie limate si ossidano più rapidamente delle altre.

188. **Modificazioni che può subire la ghisa in seguito alla fusione.** — La ghisa bigia portata a fusione fuori del contatto dell'aria e lentamente raffreddata non si altera; ma invece diventa ghisa bianca allorquando il raffreddamento ha luogo repentinamente. Risulta da questo fatto che negli oggetti con dimensioni un po' grosse la crosta esterna è più dura della parte interna, perchè quella si raffredda più rapidamente di questa.

La ghisa bigia, fusa al contatto dell'aria, finisce per alterarsi e gran parte di essa si converte in ferro. Le ghise nere sono le sole che per più volte possono essere portate a fusione senza perdere la loro dolcezza e guadagnando in resistenza.

Quasi tutte le ghise bianche si cangiano in ghise bigie quando si mantengono allo stato di fusione al riparo del contatto dell'aria e ad un'alta temperatura.

189. **Acciaio.** — Si chiama *acciaio* un carburo di ferro contenente delle tracce di silicio, e nel quale la proporzione di carbonio non oltrepassa di 1 ad 1,5 per cento. L'acciaio contiene più

Digitized by Google

carbone del ferro e meno della ghisa, e può inoltre contenere delle piccole quantità di manganese, d'alluminio e qualche volta anche delle tracce d'arsenico. La presenza del carbonio è quella che dà all'acciaio le proprietà di essere fusibile ad alte temperature, di potersi sottoporre al lavoro della fucina al calor rosso, e di prendere col variare di temperatura elasticità e durezza in vario grado.

190. **Varietà d'acciaio.** — Gli acciai presentano quattro diverse varietà che si distinguono principalmente dal loro modo di fabbricazione, e che sono: l'*acciaio naturale*, l'*acciaio di cementazione;* l'*acciaio fuso* o *di getto*, l'*acciaio di stoffa*.

L'acciaio naturale si può ottenere in due modi: o dai minerali di ferro e principalmente dai manganesiferi, applicandovi appositi procedimenti, o dalla ghisa sottoponendola ad un'incompleta operazione di affinamento. Quest'acciaio si usa principalmente per la fabbricazione di strumenti aratorii.

L'acciaio di cementazione si ricava dal ferro rinchiuso in una cassa di materia refrattaria in mezzo a polvere di carbone ed esposto ad un intenso calore in apposito forno. In questa cassa, il carbone non potendo bruciare per mancanza di ossigeno si combina col ferro nella proporzione conveniente a somministrare l'acciaio. La polvere di carbone è quella che chiamasi col nome di *cemento*, e talvolta si usa in sua vece un miscuglio di fuligine, di polvere di carbone, di cenere e di sale marino.

L'*acciaio fuso* o *di getto* si ottiene sottoponendo quello di cementazione alla fusione. Quest'acciaio è il migliore di tutti, riesce ben omogeneo, molto duro, può prendere una bella pulitura, e soventi ha la preziosa qualità di indurire stando esposto all'aria.

L'*acciaio di stoffa* si ottiene saldando insieme alla fucina diverse lame, alcune di ferro ed alcune di acciaio; battendole ben bene a colpi di martello, conformandole in verghe di sezione quadrilatera e contorcendole sopra se medesime; esponendole ad un intenso calore e poi facendole raffreddare rapidamente, o meglio col batterle sull'incudine o col laminarle. Il composto che si ottiene alla tenacità del ferro unisce l'elasticità e la durezza dell'acciaio. Con quest'artifizio si prepara il rinomato acciaio di Damasco, tanto utile nella fabbricazione delle armi da taglio.

191. **Qualità dell'acciaio.** — L'acciaio è più duro, più elastico e più sonoro del ferro ordinario, ed è capace di intaccare quest'ultimo; quando è di buona qualità mostra una frattura granosa,

uniforme e leggiermente splendida. Il suo peso specifico è maggiore di quello del ferro e della ghisa, e si può mediamente ritenere come oscillante fra 7,78 e 7,91. L'acciaio si fonde alla temperatura di 130 gradi del pirometro di Wedgwood; più difficilmente del ferro acquista le qualità magnetiche, ma le conserva più lungamente quando le ha acquistate; si ossida più difficilmente del ferro, ma più facilmente della ghisa.

192. **Tempra dell'acciaio.** — L'operazione che soventi si fa nell'intento di rendere l'acciaio capace di intaccare gli altri metalli si dice *tempra*. Si dà la tempra all'acciaio riscaldandolo ad alta temperatura e tuffandolo repentinamente nell'acqua fredda. La tempra risulta tanto più forte quanto maggiore è la differenza fra la temperatura dell'acciaio e quella dell'acqua in cui si immerge. A parità di temperatura la tempra risulta più dura immergendo l'acciaio in un bagno di mercurio o in un bagno d'acqua acidata, che non nell'acqua pura. Immergendo l'acciaio incandescente in sostanze grasse, come olio, sego e simili, si ottiene una tempra più dolce di quella che si ha coll'immersione nell'acqua pura.

Usando acqua di calce per liquido raffreddante si può anche dare al ferro un certo grado di tempra. Conviene però notare che vi ha una differenza essenziale fra la tempra che prende l'acciaio e quella che prende il ferro. La tempra dell'acciaio si protende nell'interno della sua massa; la tempra del ferro si estende a poca profondità sotto la superficie, per modo che, consumato lo strato temprato, il metallo non può più servire agli usi ai quali apparentemente si mostrava adatto.

Siccome in commercio si trovano assortimenti di acciaio e di ferro temprato, per non essere indotti in errore, conviene avere un giusto criterio onde poter sceverare l'uno dall'altro. L'acido nitrico serve per tale scopo: se versandone una goccia sul pezzo da analizzarsi appare una macchia nera, si avrà vero acciaio; se invece si presenta una macchia rossa con nessuna apparenza di carbonio, si avrà ferro temprato.

193. **Saldatura dell'acciaio col ferro e dell'acciaio coll'acciaio.** — Per saldare un pezzo di ferro con un pezzo di acciaio si porta questo al calore rosso e si praticano dei piccoli intagli nella superficie che deve aderire al ferro: fatto questo, si scalda il ferro, sovr'esso si porta l'acciaio già alquanto raffreddato, e con un colpo di martello si fissa l'uno all'altro. Dopo si portano i due pezzi al fuoco, e quando si verifica il calore rosso si comincia a spandervi sopra della terra grassa o argillosa, e si continua il riscaldamento

fino al rosso bianco. Raggiunto tal punto, si toglie la massa metallica dal fuoco e si porta sull'incudine, dove si batte a colpi frequenti e di forza crescente. Nello stesso modo si procede per la saldatura di due pezzi d'acciaio. Talvolta i due pezzi da saldarsi si fissano tra loro ancora freddi, legandoli con filo di ferro.

La saldatura si può anche fare usando del borato di soda, che si spande sui due pezzi mentre insieme si scaldano nel fuoco da fucina, portando i due pezzi arroventati sull'incudine e fortemente battendoli col martello. La terra argillosa è quella più di frequente usata, siccome di gran lunga più economica del borace.

In sostituzione dell'argilla e del solo borace si sono suggeriti dei miscugli di borace, di sale ammoniaco, di ferrocianuro di potassio e di colofonia.

ARTICOLO II.

Rame, stagno, piombo e zinco.

194. **Rame.** — Il rame è un metallo che si trae generalmente da minerali esistenti in grande copia nel seno della terra, nei quali esso trovasi allo stato di ossido libero o combinato, ed allo stato di solfuro unito a solfuro di ferro. Per avere il metallo puro conviene sottoporre il minerale alla fusione e ad altri processi che variano colla natura delle sostanze che vanno accompagnate al rame.

195. **Caratteri fisici del rame.** — Il rame è di un colore giallo rosso tutto proprio, che dicesi volgarmente *rosso di rame*, e questo colore è più o meno carico, secondo la maggiore o minore purezza del metallo. Dopo il ferro è il metallo più tenace; presenta una frattura granulare compatta e talvolta uncinata; è malleabile a freddo ed a caldo; ha una duttilità sufficientemente grande. Esso entra in fusione a 27 gradi del pirometro di Wedgwood, ed il suo peso specifico viene da molti autori mediamente fissato a 8,87. Il rame è molto soggetto ad ossidarsi, coprendosi di una patina o sottile crosta verde.

196. **Usi del rame.** — Il rame è capace di contrarre lega col ferro, per cui può servire a saldare ferro con ferro allorquando si operi ad una temperatura sufficientemente elevata in seguito ad avvivamento perfetto delle superficie da unirsi; e di più è suscettivo di essere fissato a guisa d'incrostazione a ferri di qualsiasi

Digitized by Google

forma, come a lastre, a fili, d'onde il ferro ramato, le lastre ramate, i fili ramati, ecc., che ben soventi s'incontrano in commercio, ed il cui impiego va ogni giorno aumentando.

Nei secoli della più remota antichità il rame veniva impiegato in moltissimi lavori, nei quali gli fu posteriormente sostituito il ferro perchè di gran lunga più abbondante in natura e meno costoso. Al giorno d'oggi il rame non è utilizzato nelle nostre costruzioni se non che allo stato di lamiere sottili per coprire terrazzi, cupole, tetti; che anzi, anche sotto questo rapporto, il suo uso è ben limitato, principalmente dopo l'introduzione dello zinco, che quasi sempre si preferisce come più economico.

Il rame dà origine ad alcune sostanze coloranti impiegate nelle costruzioni, come sono il *verderame*, il *verde di Scheele* e parecchi colori azzurri, ed al *vetriolo bleu* o solfato di rame, che iniettato nei legnami da costruzione serve efficacemente alla loro conservazione.

197. **Stagno.** — Lo *stagno* non esiste in natura allo stato di purezza, ma sibbene si estrae da minerali mediante fusioni ripetute. Le miniere di stagno sono assai rare, e nell'Europa non se ne hanno fuorchè nell'Inghilterra, nella Spagna, nella Sassonia e nella Boemia.

198. **Caratteri fisici dello stagno.** — Lo stagno puro si distingue per il suo colore bianco argenteo, pei cristalli che mostra nella frattura, pel crepito che manda quando viene piegato. Questo metallo è duttilissimo e si può ridurre a foglie d'una grossezza minore di $0^{m},0003$; non è molto tenace; il suo peso specifico si può mediamente fissare a 7,29, e si può ritenere che la sua fusione si verifichi a circa 227 gradi centigradi.

199. **Usi dello stagno.** — Assai limitati sono gli usi dello stagno nell'arte di costrurre: si adopera questo metallo per la saldatura dei condotti, dei pezzi di piombo e per la fabbricazione della latta.

La *latta* o *tola bianca* non è altro che una sottile lamiera di ferro che ha la superficie coperta da un leggiero strato di stagno, il quale serve a preservare il ferro dall'ossidazione. I processi per la fabbricazione della latta sono diretti a rendere perfettamente pulite le facce delle lastre di ferro immergendole in un bagno acidulo ed a coprire la medesime di un sottile strato di stagno; la qual cosa si ottiene coll'immergerle in un miscuglio di stagno ordinario portato a fusione. — La latta è da reputarsi di buona qualità quando le lastre sono ben liscie, quando lo stagno si estende uniformemente sulla superficie della lamina, e quando ha penetrato

nella porosità del ferro, in modo che questo risulti impermeabile all'acqua ed all'aria.

200. **Piombo.** — Il *piombo* è un metallo di color bianco azzurrognolo, che si estrae mediante appositi procedimenti da alcuni composti forniti dal regno minerale, e principalmente dai carbonati e dai solfuri di piombo.

201. **Caratteri fisici del piombo.** — Questo metallo è dotato di grande malleabilità; è poco duttile, è meno tenace dello stagno e presenta una superficie splendida appena tagliato, ma prontamente si appanna in contatto dell'aria. La sua durezza è pochissima, a segno che può essere tagliato col coltello e raschiato coll'unghia. Il suo peso specifico si può mediamente prendere eguale a 11,35: la sua fusione incomincia a 260 gradi centigradi.

Il piombo di commercio non è mai puro: ed i costruttori ne distinguono di due sorta, cioè: il *piombo molle* ed il *piombo agro*. Quest'ultimo si rompe così facilmente che non può assolutamente essere impiegato nelle costruzioni.

202. **Usi del piombo.** — Il piombo si adopera principalmente allo stato di lamine per la copertura di terrazzi, di cupole, di tetti. Il piombo serve a saldare nelle pietre i ferramenti; ad otturare, in qualità di mastice, le commessure dei pavimenti dei terrazzi, onde impedire le filtrazioni dell'umido nelle volte sottostanti; a correggere le imperfezioni di taglio nelle unioni delle pietre e dei legnami.

Fra tutti gli usi del piombo è poi rimarchevole quello dei tubi conduttori di piccoli corpi d'acqua e del gas per illuminazione. I tubi di piombo hanno la prerogativa di essere, in grazia della flessibilità, adattati a prendere dolci curvature nelle svolte; ed in grazia della mollezza di essere meno soggetti a schiantarsi.

Da qualche tempo si fabbricano delle lastre di ferro stagnate con un miscuglio di piombo e stagno, a cui si unisce talvolta il 6 per 100 d'arsenico, e talora anche un po' d'antimonio. Tali lastre si adoperano per la copertura di edifizi e risultano assai vantaggiose quando sono bene stagnate, senza soluzione di continuità, senza pori e senza sfogliature per cui l'umidità e l'aria non possano arrivare fino al ferro.

Dal piombo finalmente derivano molte sostanze coloranti impiegate nelle costruzioni, e basti il citare: il *bianco di piombo*, che è un carbonato di piombo; il *minio*, che è un ossido di piombo; il *giallo cromo*, che è un cromato di piombo; il *giallo minerale* che è un ossicloruro di piombo.

Digitized by Google

203. **Zinco**. — Lo *zinco* è un metallo che non si trova mai puro in natura, e che si estrae, o dai carbonati di ossido di zinco per lo più misti a silicati per via di una semplice riduzione, o dai solfuri di zinco mediante un processo di torrefazione e di riduzione.

204. **Caratteri fisici dello zinco**. — Lo zinco è di una tessitura lamellare; è poco tenace; poco malleabile alla temperatura ordinaria; grandemente malleabile quando viene riscaldato alla temperatura di circa 100 gradi; a partire da questo punto egli perde la sua malleabilità; finchè giunto alla temperatura di 200 gradi diviene fragile. Questo metallo entra in fusione alla temperatura di 360 gradi ed entra in ebollizione al calore bianco. Esposto al contatto dell'aria quando è bollente, i suoi vapori bruciano producendo una fiamma grandemente scintillante, e dei fiocchi bianchi e leggieri che sono ossido di zinco.

Lo zinco difficilmente si altera quando è esposto all'aria secca; all'aria umida si copre di un sottile strato di ossido, che forma una specie di vernice superficiale molto compatta, che si oppone ad un ulteriore progresso dell'ossidazione.

Il peso specifico dello zinco laminato si può in media ritenere di 7,19.

205. **Usi dello zinco**. — Lo zinco si lamina in foglie sottili, ed è appunto in tale stato che esso viene impiegato nelle nostre costruzioni per formare delle coperture. Le coperture di un tal metallo però non sembrano molto utili sia perchè le foglie di zinco in breve tempo diventano *agre* epperciò fragili; sia perchè la proprietà che ha lo zinco di entrare in fusione ed in ebollizione ad una temperatura poco elevata, mandando dei vapori che bruciano con viva fiamma, potrebbe rendere assai più gravi i danni sempre deplorabili di un incendio.

Togliendo al ferro ogni traccia di ossido mediante una lavatura con acido solforico o cloridrico, immergendolo in una soluzione di cloridrato di ammoniaca, e quindi entro zinco fuso, ed estraendolo subito, si ha un potente mezzo per preservare il ferro dalla ruggine.

Il chimico David insegnò anche quest'altro impiego dello zinco per impedire l'ossidazione del ferro: se si mantiene un pezzo di ferro in contatto di un pezzo di zinco, ha luogo un lento sviluppo di elettricità; intanto se i due metalli si trovano nell'acqua o semplicemente avvolti in un aria umida, l'elettricità va scomponendo l'acqua nei suoi due elementi ossigeno e idrogeno; e l'ossigeno si unisce di preferenza allo zinco per lasciare libero il ferro. Questo

ingegnoso procedimento si può con sommo vantaggio applicare alla preparazione delle lamine di ferro che s'impiegano nelle coperture.

L'ossido di zinco, detto comunemente *bianco di zinco*, è una sostanza che da poco si adopera come materia colorante, e che sembra presentare dei notevoli vantaggi sul bianco di piombo, sia perchè dà un colore più persistente sotto l'azione di vapori idrosolfurei, sia perchè non riesce nocivo alla salute degli operai.

ARTICOLO III.

Leghe metalliche di qualche uso nell'arte del costruttore.

206. **Bronzo.** — Il *bronzo* è una lega metallica composta di rame e di stagno in certe proporzioni.

L'impiego del bronzo nelle costruzioni rimonta alla più alta antichità. Fra le meraviglie della Grecia si cita il tempio di Minerva, a Sparta, che era intieramente rivestito di piastre in bronzo con sculture. Si sa che il peristilio del Panteon d'Agrippa, a Roma, aveva il suo coperto sostenuto da armature di bronzo; che la gran vôlta di questo superbo edifizio era ornata di cassettoni e di rosoni della medesima sostanza. Sparziano ci racconta, che il soffitto piano di una delle più grandi sale delle terme di Caracalla era intessuto di verghe di bronzo. Presso gli antichi si facevano di bronzo le colonne, le porte, una gran quantità di minuti lavori, i ramponi destinati al collegamento delle pietre da taglio, e mille altri oggetti.

Plinio riferisce che i Romani componevano i loro bronzi con un miscuglio di 100 parti di rame e 12 parti e mezzo di stagno, quando si trattava di lavori importanti; e con 3 o 4 parti di stagno quando si trattava di un lavoro di poco rilievo. Le numerose analisi però che si sono instituite sugli antichi bronzi mostrano delle proporzioni più variabili, e soventi una composizione più complicata.

Anche al giorno d'oggi si ammettono diverse proporzioni di rame e di stagno nella formazione del bronzo, secondo l'uso a cui la lega vien destinata. Generalmente si dà la denominazione di bronzo a quelle leghe che su 100 parti di rame ne contengono 8 o 11 di stagno. L'ultima indicata proporzione, cioè 100 parti di rame e 11 di stagno, dà il bronzo da cannone.

Digitized by Google

207. **Caratteri fisici del bronzo.**—Il bronzo ha un colore giallo roseo, è più tenace, più duro, più fusibile e meno ossidabile del ferro; è assai poco malleabile quando vien raffreddato lentamente; se però si tuffa nell'acqua diventa abbastanza malleabile da poter essere lavorato col martello. La sua durezza aumenta colla proporzione dello stagno, ma la sua tenacità diminuisce nel medesimo tempo. Il peso specifico del bronzo si può mediamente fissare 8,04.

208. **Usi del bronzo.** — Le qualità che rendono pregievole il bronzo sono: la sua durezza, la sua fusibilità, la finezza della sua grana, e la sua resistenza all'azione ossidante dell'aria umida. Questa ultima proprietà è quella che, malgrado il suo prezzo elevato rende il bronzo preferibile al ferro per tutti i lavori un po'importanti eseguiti alle rive del mare; ed è per questo motivo che le lanterne dei fari sono costrutte o rivestite in bronzo.

Il bronzo colla composizione sopra indicata non si adatta troppo bene alla formazione di pezzi sculturati e d'ornamento, pel motivo che non penetra sufficientemente bene nelle parti più delicate e più fine dello stampo. La lega impiegata dalla generale dei fonditori di tali lavori si avvicina, per la sua composizione, più all'ottone che al bronzo.

209. **Ottone.** — L'*ottone* è una lega metallica di rame e di zinco, e soventi con un po' di stagno e di piombo. L'ottone, i cui elementi constitutivi sono soltanto il rame e lo zinco, è grandemente duttile e malleabile. Tale è l'ottone destinato ad essere lavorato col martello, la cui composizione deve essere di 70 parti di rame e di 30 parti di zinco su 100 parti.

Lo stagno rende l'ottone più duro, meno malleabile e meno duttile. Il piombo produce presso a poco il medesimo effetto, e rende la lega più facile al taglio ed alla tornitura.

L'ottone, allorquando viene rapidamente raffreddato, perde contemporaneamente di tenacità, di durezza e anche di densità: ed il peso specifico di questa lega varia, secondo la natura e la proporzione degli elementi che lo compongono, da 8,20 a 8,95.

L'ottone è poco impiegato nell'arte del costruttore, e si adopera solamente per la fabbricazione di piccoli oggetti.

210. **Saldature.** — Si chiamano *saldature* quei metalli o quelle leghe metalliche che si impiegano per unire fra loro due pezzi di uno stesso metallo o di metalli diversi. Affinchè un metallo o una lega possa servire come saldatura, si richiede che sia più fusibile dei metalli ad unirsi.

Una lega di stagno e di piombo è una delle saldature più usate.

Digitized by Google

Due parti di stagno fino ed una di piombo danno una saldatura che può tornar utile nelle riparazioni di oggetti di piombo, di latta, ecc. Quando si aumenta la proporzione dello stagno si ottiene una saldatura più fusibile e più facile ad impiegarsi; quando si diminuisce la proporzione dello stagno si ha una saldatura *magra*, e meno fusibile, il cui impiego presenta maggior difficoltà, ma che rende più sicura l'unione.

CAPITOLO XIII.

Vernici e tinte.

ARTICOLO I.

Vernici.

211. Si chiamano *vernici* delle dissoluzioni saturate di corpi e di gomme resinose, trasparenti, lucide, volatili in modo da essere possibile l'intera evaporazione della parte liquida, e prive di tutto ciò che potrebbe trarre l'umidità dell'aria per essere suscettive di preservare gli oggetti che con esse si ricoprono.

Le vernici si preparano con materie più o meno trasparenti, dissolvendole in un liquido scolorato, affinchè non possa diminuire la trasparenza delle prime.

212. **Vernici più usate nelle costruzioni.** — L'alcoole, gli olii grassi resi seccativi e gli olii eterei sono i tre liquidi che ordinariamente si impiegano per fare le vernici, e che servono come dissolventi dei corpi e delle gomme resinose che esse devono contenere; e le vernici si distinguono in tre specie principali che sono: le *vernici all'alcoole*, quando nella loro fabbricazione s'impiega questo liquido; la *vernice grassa*, se si fa uso dell'olio; e la *vernice coll'essenza* se si adopera l'essenza di trementina.

Le vernici all'alcoole riescono chiare, lucide, leggiere, limpide, e quasi inodore; però a motivo della facilità con cui il detto liquido si evapora, riescono generalmente fragili e soggette a crepolarsi, per cui il loro impiego torna vantaggioso solamente su oggetti interni e riparati dall'azione dell'aria e dei raggi solari. All'inconveniente della troppa fragilità delle vernici all'alcoole si

rimedia introducendo nella loro composizione delle materie che leghino le sostanze che il liquido deve abbandonare nell'evaporarsi, e che per la loro tenacità si oppongano alla troppo rapida evaporazione. Nella composizione delle vernici all'alcoole è impossibile l'uso di certe resine che non si liquefanno che sotto l'azione di un fuoco violento, perchè l'alcoole scomparirebbe prima della riduzione delle resine allo stato liquido.

Le vernici grasse all'olio sono assai solide, e convengono benissimo agli oggetti che devono trovarsi esposti all'aria esterna ed alle intemperie.

Le vernici all'essenza sono poco usate: non sono più solide di quelle all'alcoole; tramandano maggior odore ed esigono più tempo per asciugare. L'impiego di queste vernici si può dire limitato a surrogare gli olii per istemprare colori.

213. — **Alcoole, olio seccativo ed essenza di trementina.** — Questi liquidi che si impiegano come dissolventi delle diverse sostanze che entrano nella composizione delle vernici devono essere di buona qualità, senza di che le vernici riuscirebbero cattive e non potrebbero soddisfare allo scopo a cui vengono destinate.

L'alcoole deve essere perfettamente puro, bianco, liquido, ben purgato ed a 33 gradi dell'areometro di Cartier. Per riconoscere se l'alcoole è ben purgato e adatto alla preparazione delle vernici, si può usare del seguente processo: si ponga un pizzico di polvere da guerra in un cucchiaio d'argento, si versi su questa polvere l'alcoole da sperimentarsi e si dia fuoco con un zolfanello. L'alcoole è ben purgato quando la polvere si accende; diversamente contiene ancora delle parti acquose e deve essere sottoposto ad una nuova distillazione. L'alcoole si impiega mescolato con essenza rettificata di cedro, in modo che per ogni litro di quello vi sia un mezzo chilogramma di questo.

L'olio di lino è il più opportuno nella composizione delle vernici grasse, ed in difetto si può sostituire l'olio di noce. La proprietà che rende l'olio di lino adatto alla fabbricazione delle vernici è quella di essere seccativo, proprietà che notevolmente si esalta: mescolando 50 parti di olio di lino a 3 parti di litargirio, a 3 parti di cerussa calcinata (composto formato con una parte di bianco di piombo e con una parte di creta bianca), a 3 parti di terra d'ombra ed a 3 parti di talco; facendo bollire la mistura per circa due ore ad un fuoco moderato ed eguale, rimestandola sovente, affinchè non bruci; e gettandovi dentro una cipolla bianca tagliata in minuti pezzi ed un poco di pane a crostino. Si schiuma il miscuglio

a misura che spumeggia, e si giudica l'olio bastantemente cotto e digrassato allorquando la spuma comincia a cessare ed a diventare rossa. Quest'olio va lasciato in riposo per otto o dieci giorni prima del suo impiego e, occorrendo di conservarlo, si mette in bottiglie chiuse con cura per impedire il condensamento e la disseccazione.

L'essenza di trementina è di buona qualità allorquando si mostra limpida, quasi scolorita, di odore forte e disaggradevole, leggiera, di sapore acre, amaro e bruciante. Si riconosce se questa sostanza è conveniente alla composizione delle vernici, impiegendola a stemprare della cerussa ed osservando se dopo mezz'ora si trova a galla.

214. **Composizione di alcune vernici.** — *Vernici all'alcoole.* — Si considererà una *vernice per tinte leggiere*, una *vernice per tinte scure* ed una *vernice per ferramenti*.

Si prepara una vernice per tinte leggiere facendo sciogliere in 2 litri d'alcoole da 0,12 a 0,13 chilogrammi di mastico in lagrima, da 0,48 a 0,49 chilogrammi di sandracca, 0,06 chilogrammi di resina elemi, e mescolandovi da 0,24 a 0,25 chilogrammi di trementina veneta.

Per tinte oscure si può usare di 1 litro d'alcoole entro cui si faranno fondere 0,50 chilogrammi di sandracca, e poi si mescoleranno da 0,18 a 0,19 chilogrammi di trementina di Pisa o di Svizzera.

La vernice per ferramenti si può preparare usando da 0,97 a 0,98 chilogrammi d'alcoole, da 0,18 a 0,19 chilogrammi di sandracca, 0,06 chilogrammi di lacca piatta, da 0,12 a 0,13 chilogrammi di pece-resina, da 0,12 a 0,13 chilogrammi di trementina chiara, e da 0,12 a 0,13 chilogrammi di polvere fina di vetro.

Vernice grassa. — Si darà la composizione della vernice grassa detta *vernice copale* e di una *vernice grassa e nera pei ferramenti*.

La vernice copale consta di 19 parti in peso d'olio seccativo, di 50 parti d'essenza di trementina e di 50 parti di copale dura (sostanza resinosa che è di buona qualità allorquando è trasparente, leggiera, di un colore citrino pallido, senza odore, insipida e che bruciando manda un odore piacevole). Questa vernice si prepara mettendo le indicate tre sostanze in vasi separati, facendo fondere la resina copale, riscaldandola ad una temperatura prossima all'ebollizione, aggiungendovi l'olio seccativo per piccole porzioni e rimestando continuamente il miscuglio per favorire la combinazione; e finalmente aggiungendo a piccole ed eguali porzioni l'essenza di trementina convenientemente riscaldata, avvertendo

Digitized by Google

attentamente a che i vapori che abbondantemente sortono dal vaso non vengano ad accendersi con pericolo di gravi accidenti. Quando è terminato il miscuglio e che la sua temperatura è fra 40 gradi e 50 gradi, se ne separano i corpi stranieri ed i pezzetti di resina non fusi, facendolo passare per una tela.

La vernice grassa e nera per ferramenti si prepara: facendo fondere in un vaso ed a fuoco dolce 0,05 chilogrammi di bitume giudiaco e 0,05 chilogrammi di trementina; aggiungendo 0,10 chilogrammi d'olio seccativo, altrettanto di vernice copale, ed una quantità d'essenza di trementina sufficiente per rendere il miscuglio tale da potersi facilmente distendere con un pennello; e finalmente dando il nero alla vernice con 0,01 chilogr. di nero fumo.

Vernice all'essenza. — Come già venne indicato, le vernici all'essenza si adoperano principalmente per stemperare i colori, e si darà qui sotto la composizione di una che in genere serve a stemperare tutti i colori, e di quella che più particolarmente si impiega per stemperare il verderame.

Mettendo in un litro d'essenza da 0,12 a 0,13 chilogrammi di mastico in lagrima, da 0,24 a 0,25 chilogrammi di trementina, fondendo queste sostanze e passando il miscuglio ad una tela, si ottiene una vernice eccellente per stemperare colori, i quali dovranno essere prima macerati all'olio, o meglio all'essenza.

La vernice all'essenza che conviene per stemperare il verderame si prepara ordinariamente, fondendo in 1 litro d'essenza da 0,24 a 0,25 chilogrammi di trementina di Pisa, altrettanto di ragia liquida, e passando la mistura ad una tela fina.

Nell'articolo in cui si daranno le analisi dei prezzi delle vernici si troverà ancora qualche composto diverso da quello qui sopra indicato.

Tutte le materie liquide da impiegarsi nella composizione delle vernici dovranno essere come venne indicato al numero 211, e le materie solide dovranno essere ben purgate, nettate e ridotte in minuti pezzi. Importa grandemente che il laboratorio sia ben pulito, e per quanto è possibile posto al riparo della polvere; chiaro, e nell'inverno moderatamente riscaldato. Dopo la dissoluzione, le vernici ancora calde verranno passate per una tela nell'intento di separare le materie straniere che vi potrebbero essere, e quindi verranno chiuse in bottiglie asciutte e ben nette, e si conserveranno in luogo fresco. Per impiegarle si avrà l'avvertenza di versare in apposito vaso di vetro quella sola quantità che è necessaria. Le vernici che risultano troppo dense si diluiranno con alcoole,

Digitized by Google

con olio o con essenza di trementina, giusta la loro composizione. Qualsivoglia vernice non va impiegata prima del suo schiarimento, che incomincia ad essere sufficiente appena dopo le 24 ore che seguono la sua fabbricazione.

Nei trattati di Watin, di Tingry e di Vergnaud si possono avere le più ampie notizie sulla scelta e sul modo di preparare le varie materie nelle svariate composizioni di vernici.

ARTICOLO II.

Tinte.

215. Si chiamano tinte quei liquidi in cui si trovano stemperati dei colori e che soglionsi applicare ai lavori da falegname, da legnaiuolo, da muratore, da fabbro, ecc., per preservarli dall'influenza distruttiva dell'atmosfera, od altrimenti per abbellirli.

216. **Come si distinguono le tinte impiegate nell'arte di fabbricare.** — Le tinte si distinguono in tre specie diverse: a colla dette *a tempra;* ad olio denominate *d'impressione; a vernice.* Nella formazione delle tinte a tempra si impiega generalmente la colla per istemprare i colori, ma può anche servire qualunque altra materia mucilagginosa che per la sua tenacità abbia la proprietà di fissare i colori; nella composizione delle tinte ad impressione i colori vengono macerati e stemprati con olio; nella confezione delle tinte a vernice i colori vengono stemprati con vernice.

Le tinte a tempra si applicano convenientemente a tutti quegli oggetti che non devono rimanere direttamente esposti alle ingiurie dell'atmosfera, che non devono presentare lunga durata; quando trattasi di abbellire, ma non di conservare i corpi sui quali la pittura deve essere data. Le tinte a tempra riescono di poca durata all'esterno; all'interno presentano il vantaggio di una pronta esecuzione senza la produzione di odori spiacenti e nocivi.

Quando trattasi di tinteggiare degli oggetti che contemporaneamente devono essere conservati ed abbelliti, convengono le tinte ad olio. Così queste tinte riescono di una grande utilità per la conservazione delle opere di legname, penetrano nei pori dei legni, impediscono l'accesso dell'umidità, e preservandoli dal contatto dell'aria si oppongono alla fermentazione. Medesimamente non permettono formazione della ruggine allorquando vengono applicate

Digitized by Google

sul ferro, sulla ghisa, sulle lamine ben pulite: non hanno influenza sulla conservazione del piombo, del rame e dello zinco.

Aggiungendo dell'essenza ai colori ad olio si ottiene una fluidità che rende più facile ed eguale il distendimento delle tinte, le quali così diluite, sono anche più fresche, più vive, si consolidano assai meglio e seccano prontamente. L'essenza, a motivo della facilità con cui abbandona in poco tempo il suo odore, assorbisce in gran parte l'odore insipido dell'olio, che altrimenti durerebbe a lungo; le vernici distruggono l'odore dell'essenza, ma tolgono appena quello dell'olio. L'essenza però non deve entrare in dosi troppo considerevoli nella formazione delle tinte, e l'esperienza ha dimostrato che essa diminuisce la loro solidità, e che per nessun titolo può rimpiazzare l'olio nella conservazione dei legnami.

Oltre le tinte a tempra, d'impressione ed a vernice, vi sono ancora le tinte o pitture al siero, a calce, a fresco, a cera, e molte altre in cui la natura dei colori è sempre la stessa, e per cui differisce solo il liquido che si adopera nell'istemprarli, senza che i procedimenti di esecuzione siano molto diversi da quelli comuni. Nel manuale di pittura di Vergnaud si possono acquistare le più estese cognizioni su tutti i lavori da dipintore d'edifizi e di opere di costruzioni.

Le tinte si sogliono generalmente applicare una, due o più volte, o in altri termini si sogliono dare una, due o più *mani*. Nell'arte del costruttore si reputa *strato di fondo* qualunque primo strato di tinta disteso sopra una superficie nè metallica, nè dipinta ad olio, nè spalmata; i successivi strati, come pure la prima mano applicata sulle pareti metalliche, o su altre parti già dipinte, già spalmate, vengono riputati *strati comuni*.

217. Colla per le tinte a tempra ed olii per le tinte ad impressione. — La colla di pergamena e la colla di pelle da guanti sono le sostanze che si adoperano per stemprare i colori da impiegarsi nelle tinte a tempra. Queste colle sono di buona qualità allorquando si presentano poco colorite, semi-trasparenti, e cogli orli un po' ondati e resistenti; quando risultano difficili a spezzarsi, poco igrometriche, non soggette a rammollirsi nei tempi umidi, suscettive di considerevole gonfiamento nell'acqua fredda, senza però disciogliersi, e quando diluite a bagno maria sono capaci di dare la maggior quantità di gelatina.

La fusione della colla va fatta colle più minute precauzioni, giacchè l'esperienza ha provato che anche la colla di miglior qualità può diventare pessima allorquando viene esposta ad una tem-

Digitized by Google

peratura troppo elevata e ad un'ebollizione troppo prolungata. Perciò si romperà la colla in minuti pezzi, e posta nel *bagno maria* si verserà l'acqua necessaria e si lascierà così immersa per circa sei ore, dopo si farà bollire l'acqua del bagno maria, e si rimesterà la colla onde facilitarne la fusione.

L'olio da impiegarsi per le tinte ad impressione talvolta è di noce, talvolta di lino, talora cotto e talora seccativo. L'olio di noce è da riputarsi buono quando è grasso, dolcissimo, inodoro e di un colore bianco volgente al verde; l'olio di lino deve essere dolce, inodoro, di un colore chiaro e di una consistenza viscosa.

L'olio cotto si prepara con apposito procedimento che è bene di conoscere. Per ottenere 100 parti in peso di olio cotto, si pongono parti 102,50 di olio di lino in una caldaia, parti 3,20 di copparosa e parti 6,30 di litargirio in un sacco che si sospende nel mezzo di detta caldaia; per circa quattro ore e mezza si fa bollire l'olio ad un fuoco moderato ed eguale, affinchè non bruci, e quindi si lascia riposare. Dopo cinque o sei giorni di deposito l'olio può essere adoperato.

218. **Preparazione dei colori per la formazione delle tinte.** — I colori, quanto più finamente sono macerati, tanto più facilmente si stemprano, si mescolano e danno una tinta bella ed unita. La macerazione di materie coloranti deve adunque essere fatta con tutta l'accuratezza possibile ed eseguita sul porfido col macinello, finchè siano ridotte a particelle impalpabili. Nel macerare i colori si aggiunge da bel principio quella sola quantità d'acqua che è necessaria per umettarli, e si rende la dose dell'acqua più abbondante sul finire dell'operazione. I colori macerati si raccolgono e si depongono su carta sugante, in tale posizione si lasciano ben disseccare e poi si collocano in vasi al riparo dalla polvere. Di mano in mano che si presenta il caso di doverli impiegare si macerano di nuovo con olio, o si stemprano con colla, o con olio seccativo o con vernice, secondo la natura della tinta che vuolsi comporre.

In generale si macerano con olio di noce i colori destinati per tinte chiare, con olio di lino quelli da impiegarsi per tinte oscure; i colori per tinte fine e chiare si stemprano con colla di pergamena, e si riserva la colla di pelle da guanto per i colori da adoperarsi nella confezione di tinte comuni e brune.

La cerussa stemperata coll'olio di lino puro è la tinta comunemente usata per dare il primo strato, detto *fondo d'impressione*, sui muri e sui legni nuovi: all'indicata preparazione suolsi soventi aggiungere 1/10 del peso dell'olio in essenza di trementina allor-

Digitized by Google

quando trattasi di legnami duri. Il secondo strato si forma con colore stemprato all'olio di lino puro e mescolato con 1/5 del suo peso di essenza; gli strati successivi si applicano con colori diluiti nell'olio di lino mescolato con 1/3 d'essenza. Gli ultimi due composti non convengono generalmente pei telai delle finestre, per le persiane, per le pergole, e per tutti gli oggetti esposti in ogni senso a grand'aria ed ai raggi solari: in tali circostanze l'essenza va ridotta ad 1/8 del peso dell'olio per il secondo strato e ad 1/4 per gli altri, se pur non vuolsi che la tinta deperisca e che in breve tempo si sfarini.

In luoghi interni e riparati dall'aria, la tinta per fondo d'impressione può essere stemperata con olio mescolato ad 1/2 di essenza, per le mani comuni i colori si possono diluire con essenza mescolata ad 1/3 d'olio.

Pei colori ad olio e stemperati all'essenza pura, che sono di difficile essiccamento, come i neri, le lacche e la terra di Siena calcinata, si cerca di accelerarne la disseccazione facendo uso di tre sostanze, dette *seccativi*, del *litargirio*, dell'*olio seccativo* e della *copparosa bianca*. I colori più difficili ad essiccare esigono 1/16 del loro peso di litargirio, o 1/8 del loro peso d'olio; pei colori chiari si accelera l'asciugamento aggiungendovi 1/50 del loro peso di copparosa bianca. I tre seccativi indicati si usano soventi l'uno senza gli altri; però in tempi freddi ed umidi e per colori di lungo asciugamento, si possono impiegare a due a due, e talvolta anche tutti e tre uniti. Adoprandosi l'olio seccativo convien stemperare il colore coll'essenza pura e senza olio di lino, se non si vuol avere una tinta troppo pastosa e difficile ad asciugare.

Nello stabilire le analisi dei prezzi dei diversi colori si vedranno le proporzioni dei diversi ingredienti che entrano nella preparazione dei colori più usati nella composizione delle tinte.

219. **Latte di calce.** — Fra tutte le tinte, il latte di calce è quella il cui uso è il più frequente; essa ha per base colorante la calcina grassa spenta almeno da un mese e ben colata. Il latte di calce si compone generalmente: per gli strati di fondo con volumi eguali d'acqua dolce e di calcina in pasta ben stemperate insieme; per gli strati comuni con 4 parti in volume d'acqua e 3 parti di calcina. Se la tinta si vuole a colla, si sostituisce l'acqua d'incollamento all'acqua dolce.

Soventi, alla tinta di fondo e per ogni 10 litri di latte di calce, si aggiungono chilogrammi 0,05 di nero vegetale. Se invece del nero vegetale si mette un egual dose di azzurro di Prussia, si ha una

tinta di fondo detta *fina*, ed un egual attributo si dà pure alle tinte fatte con acqua dolce, senza o con azzurro, ed in cui trovasi 1 chilogramma d'allume per ogni 80 litri di tinta.

220. **Proporzioni di colori stemperati da impiegarsi nelle principali tinte.** — Tutte le proporzioni qui sotto riferite sono in peso:

Tinta bianca di fondo con 2/3 di cerussa ed 1/3 di bianco di Spagna stemperati a colla.

Tinta bianca ordinaria con 3/4 di cerussa ed 1/4 di bianco di Spagna stemperati a colla.

Tinta bianca fina con 49/50 di cerussa ed 1/50 di nero vegetale.

Tinta azzurra con 1/2 di tinta bianca fina e con 1/2 d'azzurro di Prussia mescolati insieme.

Tinta azzurrina d'ardesia con 1/2 di tinta bianca fina, con 1/4 d'azzurro di Prussia e 1/4 di nero vegetale.

Tinta bigia cenerognola con 63/64 di tinta bianca fina ed 1/64 di nero vegetale.

Tinta bigia perlata con 78/80 di tinta bianca fina, con 1/80 di nero vegetale e con 1/80 d'azzurro di Prussia.

Tinta di bronzo con 2/3 d'ocra gialla ed 1/3 di nero vegetale.

Tinta castagnina scura con 4/5 d'ocra rossa ed 1/5 di nero vegetale.

Tinta celeste con 7/8 di tinta bianca fina ed 1/8 d'azzurro di Prussia.

Tinta gialla di color di paglia con 7/8 di tinta bianca fina ed 1/8 di giallo santo.

Tinta gialla di color di pietra con 4/5 di tinta bianca fina ed 1/5 d'ocra gialla.

Tinta gialla cotogna con 3/4 di giallo di Napoli ed 1/4 di minio aranciato.

Tinta gialla nanchina con 13/16 di tinta bianca fina, 2/16 di ocra gialla ed 1/16 d'ocra rossa.

Tinta gialla pallida con 4/5 di tinta bianca fina ed 1/5 di giallo minerale.

Tinta di legno di noce con 4/7 di tinta bianca fina, 2/7 di terra d'ombra ed 1/7 d'ocra rossa.

Tinta olivastra con 4/5 d'ocra gialla ed 1/5 di nero vegetale

Tinta nera con 47/50 di nero di fumo e 3/50 di terra d'ombra.

Tinta rossa di colore mattonaceo con 4/5 d'ocra rossa ed 1/5 di minio aranciato.

Tinta rossa scura con 7/8 d'ocra rossa ed 1/8 di nero vegetale.

Tinta rossa vivace con 2/3 di minio ed 1/3 di minio aranciato.

Digitized by Google

Tinta verde acquea con 4/7 di tinta bianca fina, 1/7 di giallo santo, 1/7 di giallo di Napoli ed 1/7 d'azzurro di Prussia.

Tinta verde bronzo con 2/3 d'ocra gialla ed 1/3 di nero vegetale.

Tinta verde di prato con 2/3 di giallo santo ed 1/3 d'azzurro di Prussia.

Tinta verderame con 3/4 di tinta bianca fina ed 1/4 di verderame.

Tinta verde scura con 4/16 di tinta bianca fina, 4/16 d'ocra gialla, 4/16 di giallo santo, 3/16 d'azzurro di Prussia ed 1/16 di nero vegetale.

221. **Procedimento economico per supplire alla tinteggiatura con colori preparati all'olio.** — Presa una certa quantità di grumi freschi di latte rappreso, mediante la spattola si pestino in una terrina, e quindi si versino e si mescolino in un secondo vaso con un'eguale quantità di calcina in pasta ben ismorzata, fino ad ottenere, senza addizione d'acqua, un fluido bianco della consistenza di una vernice ed assai facile a disseccarsi. Mescolando con questo prodotto le ocre, il bollo armeno ed in generale i colori che si legano colla calce, si possono fare le tinte di cui si abbisogna, che, dopo due mani, si possono lustrare con un pannolino di lana o d'altro e rendere tanto vivaci quanto una vernice.

Questo sistema di coloritura, oltre di essere economico, ha anche il vantaggio della celerità, giacchè nella stessa giornata si possono applicare due strati di tinta e procedere al loro lisciamento. Affinchè riesca bene però si richiede che il liquido sia adoperato nella giornata stessa in cui si forma, e che i colori che con esso si mescolano non contengano che piccole quantità d'acqua. Se la coloritura si vuol rendere solida e durevole anche nei siti umidi, dopo l'applicazione di due strati e dopo il lisciamento si può procedere a distendervi sopra un terzo strato di bianco d'uovo.

CAPITOLO XIV.

Mastici.

222. **Mastici e loro scopo nell'arte di fabbricare.** — I *mastici* sono malte composte che hanno la proprietà di prontamente lapidificarsi sia nell'aria che nell'acqua, che si fabbricano generalmente in piccola quantità, e che si impiegano per saldare materiali di

una stessa o di diversa natura, per fare intonachi idrofughi, e per riparare ad alcune degradazioni che si possono presentare nei materiali da costruzione in opera.

L'uso dei mastici va perdendo ogni giorno d'importanza, ed è divenuto assai limitato in seguito all'impiego dei cementi che assai vantaggiosamente li sostituiscono, tanto sotto il rapporto del grado di durezza che ottiensi quasi istantaneamente, quanto sotto quello della semplicità di confezione e di applicazione. Non è però da dirsi che l'uso dei mastici sia totalmente proscritto nelle costruzioni: molti sono i casi in cui conviene ricorrere al loro impiego, e si crede necessario di indicare, sia la composizione di quelli più convenienti, sia i processi della loro fabbricazione.

223. **Mastici per unire e stuccare pietre, laterizi e muraglie.** — Il *mastice comune*, il *mastice di limatura* ed il *mastice di Fiennes* sono quelli che meglio convengono per unire e stuccare pietre, laterizi e muraglie. Il primo torna utile nei luoghi ordinariamente asciutti ma esposti a tutte le intemperie atmosferiche; il secondo si può impiegare nei luoghi costantemente umidi e nei quali non si richiede una grande proprietà; il terzo invece riesce vantaggioso in qualsiasi circostanza.

Il *mastice comune* si compone di 1 parte di calcina in polvere spenta col sangue di bue, di 2 parti di coccio fino e di una piccola quantità di limatura di ferro.

Il *mastice di limatura* si prepara infondendo in 2 litri d'aceto mescolato con litri 0,60 d'urina, e per ventiquattro ore, 10 chilogrammi di limatura di ferro o di rame, aggiungendo a questa mistura quattro agli e chilogrammi 1,70 di sale, e facendo un impasto ben omogeneo.

Il mastice, la cui composizione venne data dal signor Fiennes, officiale del genio francese, consta di due parti di calcina idraulica estinta spontaneamente e lasciata in una cantina su un tavolato per otto o dieci giorni, di 2 parti di buon cemento di fresco polverizzato e ben stacciato, e di 1 parte di olio di lino che si aggiunge a poco a poco per formare l'impasto.

224. **Mastice per unioni metalliche.** — Si fanno fondere insieme 5 parti di resina ed 1 parte d'ocra gialla, e nel miscuglio che ne risulta si versa a poco a poco 1 parte d'ocra rossa ridotta in polvere fina e completamente disseccata. Questo preparato si espone al fuoco e vi si mantiene finchè non compare più spuma alla sua superficie; si lascia dopo raffreddare la mistura agitandola continuamente per tenere in sospensione le materie polverose. Il

mastice saldissimo che ne risulta serve a chiudere ermeticamente le giunture dei pezzi metallici, allorquando non devono essere esposti ad una temperatura maggiore dell'atmosferica, e per tal uso si fa riscaldare la mistura fino ad ammollirla.

Il signor Sorel impiega per suggellare il ferro nelle pietre e nelle masse murali un cemento o mastice di ossicloruro di zinco. Questo mastice si ottiene sciogliendo dell'ossido di zinco in un cloruro liquido della medesima base e indicante 50 gradi dall'areometro di Baumé. La mistura liquida, versata nel foro in cui trovasi il ferro da suggellarsi, in breve acquista una gran durezza ed è capace di resistere a tutte le vicende di freddo, di calore e di umidità. Quando si vuole che la presa del mastice non sia troppo rapida, si introduce nella mistura del borace nella proporzione del 3 per 100.

225. **Mastice dei fontanieri.** — I fontanieri, per attaccare i rubinetti delle fontane e per unire fortemente i tubi di metallo, di grès, ecc., fanno uso di un mastice formato con 1 parte di resina fatta fondere in una pentola di ferro e con 2 parti di coccio in polvere fina, prima ben riscaldato e disseccato, e quindi aggiunto alla resina ridotta allo stato di completa liquidità. Dopo che le materie sono ben rimescolate, mediante un cucchiaio di ferro si versano in appositi stampi che servono alla conformazione di tanti piccoli pani. All'atto dell'impiego del mastice, detti pani si rompono in minuti pezzi e si fanno fondere in apposito cucchiaio di ferro fino ad ottenere una pasta molle.

226. **Mastice da vetraio e da legnaiuolo.** — La preparazione di questo mastice si fa mescolando 21 parti di bianco di Spagna a 4 parti d'*olio seccativo*. Il bianco di Spagna va ridotto in polvere, disseccato coll'azione del fuoco, disteso sopra una tavola di marmo ed impastato con una spatola all'*olio seccativo* fino ad avere una pasta consistente. L'indicato mastice è soggetto ad alterarsi allorquando trovasi esposto all'aria, e quindi, o deve essere preparato a misura dell'impiego, o almeno deve essere conservato in un vaso coperto da un leggiero strato di olio di lino e portato sul luogo del lavoro involto in un pezzo di pelle ben chiuso.

227. **Mastice per intonachi.** — Diversi sono i mastici conosciuti e stati impiegati per intonacare pareti continuamente esposte all'umido e per impedire le filtrazioni dell'acqua: il mastice di Tunisi, il mastice di Vauban, alcuni mastici di litargirio, fra cui il mastice Dihl, quello di Thénard, quello di Corbel e quello della Rochelle, sono i più accreditati.

Il mastice di Tunisi, la cui composizione trovasi indicata in una

memoria del dottore Bryans Hygins, e che sembra quello stesso delle cisterne ancora esistenti dell'antica Cartagine, consta di 2 parti di cenere, di 3 parti di calce spenta in polvere e di 1 parte di sabbia fina. Le indicate sostanze devono essere passate allo staccio, quindi mescolate e battute senza interruzione per tre giorni e per tre notti con maglietti di legno, gettandovi alternativamente e a giusti intervalli dell'acqua e dell'olio, finchè la mistura abbia acquistata una consistenza pastosa.

Vauban, in una sua lettera diretta ad un ingegnere della piazza di Bellegarde, indica un mastice composto semplicemente con 5 o 6 parti di calcina viva ordinaria ridotta in polvere ed impastata nell'olio di lino, e con 2 parti di buon cemento passato allo staccio fino. La mistura va rimestata e battuta durante una mezza giornata, lasciata in riposo per una notte e ribattuta per una mezza ora nel giorno successivo.

Il mastice Dihl si ottiene triturando e mescolando nell'olio di lino 46 parti in volume dei detriti delle fabbriche delle porcellane ridotte in polvere e 4 parti di litargirio. Per ottenere un quintale di mastice occorrono circa 25 litri d'olio. — Questo mastice, oltre di servire per intonachi, torna vantaggioso, per conguagliare le pareti delle murature in pietre da taglio destinate ad essere dipinte all'olio ed esposte all'azione dell'aria di mare, e per intonacare il ferro, il legno, il gesso e la pietra che importa di preservare dall'azione distruttiva dell'umidità atmosferica.

Analogo al mastice Dihl è quello indicato da Thénard, che si prepara riducendo allo stato pastoso, mediante olio di lino puro, un miscuglio di polvere fina formato con 93 parti di coccio e con 7 parti di litargirio. Questo mastice, che acquista tal durezza da rigare il ferro, si è anche riconosciuto utile per coprire terrazzi e per saldare pietre.

Il mastice di Corbel si compone di 6 parti in peso di coccio fino passato allo staccio di seta, di 1 parte di litargirio in polvere, di 1 parte di cerussa in polvere, di 1 parte d'olio seccativo e di 3 parti di olio di lino. La polvere di coccio, di litargirio e di cerussa devono essere ben disseccate affinchè l'olio vi si mescoli intimamente, e le diverse materie devono essere mescolate e macerate col macinello per modo da non distinguere più i diversi ingredienti. Questo mastice si è riconosciuto buonissimo per coprire terrazzi, ed alcuni costruttori suggeriscono di sostituire alle 6 parti di coccio quattro parti di coccio fino e quattro parti di polvere di pietra passate allo staccio di seta.

Digitized by Google

Il mastice detto della Rochelle, dal nome della piazza in cui venne molto usato nell'anno 1826, si compone: di 14 parti in volume di sabbia silicea; di 14 parti di pietra calcare polverizzata; di un peso tale di litargirio in polvere che sia 1/14 del peso della sabbia e della pietra calcare; e di un tal peso d'olio di lino che sia 1/7 del peso totale dei primi tre ingredienti. La sabbia e la polvere di pietra calcare si devono prima esporre ad un principio di calcinazione in un forno, mescolarle dopo ben bene col litargirio ed ultimamente impastare e macerare la mistura coll'olio di lino.

CAPITOLO XV.

Vetri.

228. I *vetri*, che generalmente vengono impiegati per chiudere le aperture degli edifizi e per tenere le parti interne al riparo delle intemperie senza privarle del benefizio della luce, sono composti di silice, di potassa o di soda, di calce ed allumina ottenuti colla combinazione delle indicate sostanze sotto l'influenza di un'elevata temperatura.

229. **Caratteri fisici dei vetri e qualità che in essi si richiedono affinchè possano servire nelle costruzioni.** — Il vetro è solido alla temperatura ordinaria, è grandemente fragile, per urti relativamente piccoli salta in pezzi ed è necessaria la punta di diamante per tagliarlo regolarmente. Per un riscaldamento più o meno forte ed a seconda dei materiali che lo compongono, il vetro può prendere tutti i gradi di consistenza che stanno fra la perfetta solidità e la perfetta liquidità, conservando sempre una tenacità ed una viscosità tale da prestarsi alla formazione di oggetti di forme svariatissime. Il peso specifico del vetro allo stato di perfetta solidità si può mediamente fissare a 2,48.

Il vetro impiegasi nelle costruzioni sotto forma di lastre rettangolari le quali si riputeranno accettabili: quando siano ben trasparenti, e che non influiscano sui colori degli oggetti che si mirano a traverso, allorquando trattasi di vetri bianchi; quando siano nette, unite, piane, eguali, di tinta uniforme; e quando non presentino bolle, ondulazioni, ineguaglianze di spessezza, macchie lattiginose, granelli ghiaiosi, nodi, opacità, sfogliature e crepature.

230. **Distinzione dei vetri.** — I vetri vengono generalmente distinti dai costruttori in quattro specie e sono: i *vetri comuni*, i *vetri ondulati* e *rigati*, i *vetri appannati* ed i *vetri colorati*. I vetri comuni sono quelli che hanno le superficie lisce e che godono della proprietà di non impedire la vista degli oggetti attraverso ad essi. — I vetri ondulati e rigati sono quelli sulla cui superficie, mediante appositi processi di fabbricazione, si fanno risultare delle scanalature incavate, corrispondenti ai rilievi ed alle ondulazioni che si desiderano, nell'intento di dar loro la proprietà di impedire la vista degli oggetti senza togliere il passaggio della luce. — I vetri appannati sono quelli che presentano una superficie imperfettamente trasparente e biancastra, facile ad ottenersi col fregare un vetro tenero e leggermente unto d'olio, o con un altro pezzo di vetro più duro di quello da appannarsi, o con un foglio di latta, o con un grés. Il vetro da appannarsi va ben posato su un tavolo coperto con uno strato di sabbia fina o di malta chiara di gesso. — I vetri colorati sono: o quelli in cui alla materia vetrosa trovansi uniti degli ossidi metallici che hanno la proprietà di comunicare alla medesima dei colori speciali, o quegli altri, detti più propriamente *vetri tinti*, sui quali col pennello sonosi applicate delle materie vetrose fusibili e colorate, che poi, per mezzo del calore, vennero fuse e rese saldamente aderenti ai vetri su cui sonosi applicate.

Si dice *grandezza* di un vetro il numero che ottiensi addizionando la sua lunghezza colla sua altezza. Quei vetri il cui spessore è maggiore di 0m,001 e la cui grandezza supera i 0m,50 si chiamano generalmente col nome di *lastre*, e si hanno quindi le *lastre lisciate*, le *lastre ondulate* e *rigate*, le *lastre appannate* e le *lastre calarate*. Ogni specie di lastre viene suddivisa in varie qualità giusta la loro grandezza, e si dicono generalmente: *lastre di prima qualità* quelle la cui grandezza sta fra 0m,50 e 0m,99; *lastre di seconda qualità* quelle di grandezza compresa fra 1m e 1m,19; *lastre di terza qualità* quelle la cui grandezza varia fra 1m,20 e 1m,39; e finalmente *lastre di quarta qualità* tutte quelle la cui grandezza è maggiore di 1m,40.

PARTE SECONDA

ANALISI DEI PREZZI DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE

Nozioni generali.

231. Si dicono *analisi dei prezzi dei materiali da costruzione* quei processi con cui si arriva a stabilire i costi delle unità di misura dei diversi materiali che si impiegano nell'arte di fabbricare.

I materiali da costruzione si possono dividere in due grandi classi: quelli, come pietre, laterizi, calci, ecc., la cui estrazione e la cui fabbricazione è da riputarsi non estranea all'arte del costruttore; e quelli, come metalli, colori, vetri, ecc., che trovansi in commercio per soddisfare ai bisogni dell'arte edificatoria e che vanno risguardati come prodotti di industrie non aventi relazione alcuna coll'indicata arte. Pei primi si indicherà quali sono i procedimenti che conducono ad instituire, sia le analisi dei prezzi della loro estrazione e della loro fabbricazione, sia le analisi dei prezzi per averli dal luogo di loro estrazione o di loro fabbricazione ai cantieri stabiliti in vicinanza dei lavori, sia le analisi dei prezzi per averli foggiati quali devono essere messi in uso nelle costruzioni: pei secondi si esporranno le analisi dei prezzi per comperarli dai provveditori e trasportarli nei cantieri, non che le analisi per ottenerli ridotti a forme convenienti all'impiego che devono ricevere.

Il costo di estrazione e di fabbricazione di un materiale dipende dall'indennità per terreno occupato, dalle spese di cavatura e di confezione, dalle spese per stabilimento di magazzini, di tettoie e di officine, dalle spese di amministrazione e sorveglianza, dalle spese per imposte.

Il costo per avere un materiale al cantiere stabilito in vicinanza dei lavori è rappresentato dalla somma da pagarsi al vendi-

tore per l'acquisto di quel materiale; dalla mercede da corrispondersi ad un uomo intelligente o *commesso* incaricato della compra e misura; dalla spesa da farsi per caricare sui mezzi di trasporto, per trasportare, per scaricare e mettere a posto nel cantiere il materiale acquistato; dai diritti di dogana e di dazio, se pure ne esistono.

Per avere il costo di un materiale confezionato in modo conveniente agli usi ai quali deve servire bisogna tener conto del prezzo del materiale depositato nel cantiere, della spesa necessaria per trasportarlo al luogo in cui deve ricevere qualche lavoratura, e della somma da pagarsi per prepararlo a seconda del bisogno.

Nella fabbricazione dei materiali da costruzione se ne ricavano sempre di quelli non accettabili per buoni; alcuni si guastano nel caricarli sui veicoli, nel trasportarli e nello scaricarli; altri vanno perduti in parte nella loro preparazione per essere impiegati. Queste perdite sono comunemente conosciute col nome di *sfrasi*, e bisogna tenerne conto nell'instituire le analisi dei prezzi.

232. **Procedimento generale per trovare il prezzo dei materiali da costruzione.** — *Prezzo di cavatura e di fabbricazione.* — Si misuri qual'è l'estensione superficiale del terreno che viene occupato per la cavatura e per la fabbricazione di quel materiale per cui vuolsi instituire l'analisi; paragonando questo terreno coi terreni circostanti, si deducano le condizioni di produttività in cui trovavasi prima dell'occupazione; coi metodi che conducono alla stima dei fondi se ne ritragga la rendita netta R che dal medesimo sarebbesi annualmente ritirata; si trovi mezzo di conoscere per quanti anni n sarà per durare l'occupazione, in quali condizioni resterà il terreno al cessare di questa, e quale sarà la spesa necessaria per ridurlo al primitivo stato di produttività; questa spesa si riduca ad un'annuità A pagabile in ogni anno dell'occupazione; e la spesa annua S pel terreno occupato si troverà espressa da $S = R + A$.

La spesa annua per estrarre la materia prima dal seno della terra e per fabbricare il materiale per cui vuolsi instituire l'analisi del prezzo di prima cavatura e fabbricazione si deduce cercando quanto si spende per operai, per utensili, per strumenti, per macchine, per acquisto di forza motrice e per materie da acquistarsi esternamente e da consumarsi, o come componenti dei prodotti che voglionsi ottenere, o come mezzi indispensabili al loro conseguimento. — La spesa annua s per operai si deduce prendendo informazioni della qualità dei lavoranti, delle mercedi giornaliere che ai medesimi vengono corrisposte, e dei giorni di lavoro dell'intiera annata.

— La deduzione della spesa annua per utensili, strumenti e meccanismi provisti dall'industriale si fa: cercando il capitale C speso nella compra di tali oggetti; calcolando l'interesse annuo A′ rispondente al capitale C; procurando di conoscere i tempi per cui potranno servire gli utensili, gli strumenti e le macchine; trovando la quota annuale A″ di riparazioni e quelle A‴ di conservazione; sommando le quantità A′, A″ e A‴; e finalmente deducendo una certa somma v rappresentante il profitto annuo medio che si può ricavare da utensili, strumenti e meccanismi messi fuori d'uso. — La spesa annua apportata da quelle materie che sono indispensabili alla fabbricazione dei materiali, e che si acquistano fuori dello stabilimento in cui vengono questi fabbricati, si ottiene nella somma s' che in media bisogna annualmente erogare per la loro compera. — Le spesa annua S′ per cavatura e fabbricazione trovasi finalmente espressa da $S' = A' + A'' + A''' + s - v + s'$.

La spesa annua S″ per magazzini, tettoie ed officine si può ottenere col seguente processo: conosciuti, il tempo n' durante il quale può aver luogo l'uso di questi edifizi ed il capitale C′ impiegato nel primo loro impianto, si calcoli l'interesse annuo A″ rispondente all'indicato capitale; si calcoli la quota annua A′ di riparazioni; si trovi la quota annua A″ di conservazione; e finalmente si procuri di conoscere il valore v' ritirabile da tali edifizi al cessare del loro servizio. La spesa annua S″ per magazzini, tettoie, ecc. sarà data da $S'' = A'' + A' + A'' - v'$.

La spesa annua S‴ d'amministrazione e di sorveglianza comprende lo stipendio valevole a pagare l'opera del proprietario, la somma degli stipendi che pagansi ad impiegati che hanno l'incarico della regolare compilazione dei conti, dell'esecuzione dei pagamenti e riscossioni, e di guidare il generale andamento dello stabilimento.

Se alla spesa annua S″ che pagasi per imposte si aggiunge una quota S′ per compensare le evenienze straordinarie e più o meno grande, secondo la maggiore o minore facilità con cui dette evenienze succedono, nella somma $S + S' + S'' + S''' + S'' + S'$ si ha la spesa totale annua Σ per cavatura e fabbricazione di molte unità del materiale di cui vuolsi avere il prezzo per ogni unità di misura, il quale, per la conoscenza del numero m delle unità di misura annualmente fabbricate, viene somministrato dal quoziente $\frac{\Sigma}{m}$.

Prezzo di un materiale comperato e trasportato al cantiere dei lavori. — Si procura innanzi tutto di conoscere il prezzo S_1 da pagarsi al fabbricante od al negoziante per l'acquisto di un numero m_1 di

unità di misura del materiale per cui vuolsi instituire l'analisi; si osserva qual è il tempo che deve spendere un commesso per fare la compera e per verificare sè il materiale ha le qualità richieste, e si deduce la mercede S_1' che a tale commesso è dovuta; si tien conto dei mezzi di trasporto, del tempo e quindi della somma S_1'' che va pagata per trasportare e mettere a posto il materiale nel cantiere; finalmente alla somma $S_1 + S_1' + S_1''$ si aggiunge la spesa S_1''' di dazio, e si ottiene la quantità Σ_1 la quale rappresenta il costo di m_1 unità e che, divisa per m_1, dà il prezzo di un'unità del materiale comperato e portato al cantiere.

I trasporti dei materiali si possono fare in più modi: da soli manovali quando si tratta di materiali piccoli e che il tragitto a farsi è breve; con carri, per acqua, per via ferrata quando trattasi di materiali con grossi pesi e di trasporti a grande distanza. Nel secondo caso conviene distinguere i *trasporti diretti*, i *trasporti con uno scarico intermedio*, i *trasporti con due scarichi intermedii*, ecc., secondochè i materiali, caricati su un veicolo nel luogo d'acquisto, non si scaricano che al cantiere dei lavori in cui devono essere impiegati, o si scaricano in uno o in due, ecc. siti intermedi per cangiare mezzo di trasporto, come avviene nei traslocamenti fatti per via ferrata e per acqua.

Prezzo di un materiale confezionato come deve venire impiegato nelle costruzioni. — Conosciuto il quantitativo delle diverse materie che devono entrare nella composizione di un dato numero m_2 di unità di misura del materiale di cui vuolsi il costo, si trovino: i valori delle sostanze componenti e si faccia la loro somma S_2; le giornate di lavoranti necessari alla confezione del quantitativo m_2 del materiale di cui vuolsi avere il prezzo, le giornate di assistente per la sorveglianza, di manovali pei trasporti, e la somma totale S_2' da corrispondersi per queste giornate; la quota S_2'' per utensili, strumenti, macchine, tettoie, aie, ecc. La somma $S_2 + S_2' + S_2'' = \Sigma_2$ rappresenta il costo di m_2 unità del materiale preparato in conformità dell'impiego che deve ricevere, ed il costo per una sola unità sarà dato da $\frac{\Sigma_2}{m_2}$.

La quota S_2'' per utensili, strumenti, macchine, tettoie, aie, ecc. si avrà trovando l'interesse annuo corrispondente al capitale di primitivo loro impianto, le quote annue di riparazioni e di conservazione e sommando queste con quello.

233. **Pratico procedimento generalmente seguito nell'instituire le analisi dei prezzi dei materiali da costruzione.** — Il metodo

stato esposto nel precedente numero raramente viene adottato nella pratica, dove non si vogliono complicazioni, e dove i procedimenti facili e spediti, che guidano ad una mediocre approssimazione, vengono preferiti ai procedimenti complicati e laboriosi che conducono ad un' esattezza il più delle volte inutile, conseguibile con grande difficoltà ed in seguito a numerose e lunghe ricerche.

Il costo dei materiali da costruzione sul luogo di loro estrazione e di loro fabbricazione viene generalmente desunto dalle seguenti spese principali: dal valore dei terreni occupati per scavare le materie prime dalla terra e per opportunamente lavorarle; dalle mercedi da corrispondersi agli operai, ai sorveglianti, ai commessi ed ai manovali applicati ad estrarre, a fabbricare, a caricare, ed a scaricare; dai noli per veicoli impiegati nel trasportare; dagli sfrasi che si verificano nelle diverse opere di estrazione, di fabbricazione e di trasporti. Le spese di magazzini, di tettoie, di cantieri e di officine, le spese di utensili, di strumenti e di macchine, le spese di amministrazione, e finalmente tutte quelle che in vario modo devono essere ripartite sull'intera escavazione o sul totale prodotto di fabbricazione, che presentano quasi sempre delle serie difficoltà ad essere calcolate, ad imitazione di quanto venne già fatto da molti valenti ingegneri pratici e da alcuni distinti autori, fra i quali mi basta di segnalare il Ponza di San Martino, verranno comprese nei benefizi che vanno accordati ai proprietari delle cave ed ai fabbricanti, valutando tali benefizi con una frazione piuttosto elevata delle spese principali.

Il prezzo dei materiali da costruzione, portati al cantiere posto sul luogo dei lavori, verrà dedotto: dal costo dei materiali presi alla cava, o alla fabbrica, o al magazzino dei venditori; dalla mercede da corrispondersi ad un commesso per la compera e misura; dalle mercedi per manovali destinati al carico ed allo scarico; dalla spesa per il trasporto; dal valore che va perduto per sfrasi e guasti; dalle spese di dazio e di deposito.

Il costo dei materiali da costruzione confezionati come devono essere messi in opera verrà ricavato dal prezzo dei materiali greggi portati al cantiere posto in vicinanza ai lavori, cui si aggiungeranno le mercedi di operai per la lavoratura, di manovali per carichi e scarichi, di commessi per sorveglianza, ed i noli di veicoli per trasporti. Parecchi autori a dette spese aggiungono ancora una frazione generalmente arbitraria della mano d'opera per tener conto del consumo di utensili. Nelle analisi che si esporranno non comparirà mai questa spesa, e s'intenderà che essa entri nei prezzi delle

giornate dei diversi lavoranti, che si suppongono provvisti di tutti gli utensili necessari all'esercizio del loro mestiere. Occorrendo di considerare dei materiali che vengono apparecchiati con strumenti e con macchine le quali non si possono provvedere dagli operai, è necessario tener conto della spesa per il loro mantenimento; generalmente si fa questo aggiungendo alle altre spese una certa quota dipendente dalla durata e dal servizio che può prestare l'apparecchio impiegato.

In tutte le analisi che verranno instituite s'intenderà sempre che la giornata di lavoro sia di 10 ore: quegli elementi che in seguito a risultamento di lunghe ed accurate esperienze si possono ritenere come dati fissi in ogni località ed in ogni circostanza, verranno indicati con numeri: quegli altri che per nessun titolo si possono ritenere come costanti e che sono soggetti a variare colle località e colle circostanze, saranno trascurati; ed in loro vece si porrà una serie di punti lasciando al criterio del costruttore la conveniente determinazione in ogni caso particolare.

Per valutare i trasporti si indicherà il tempo necessario a percorrere 100^{m} di distanza orizzontale su una strada ordinaria, ed invece di 100^{m} si intenderanno soli 70^{m} quando si dovranno fare trasporti per una via inclinata con pendenza di circa 1/12, o presentante delle notevoli irregolarità.

CAPITOLO I.

Analisi dei prezzi delle pietre naturali.

234. Il costo delle pietre naturali ridotte quali devono essere impiegate nelle costruzioni, e trasportate al cantiere stabilito presso il luogo in cui devono essere messe in opera, dipende: dalle spese di estrazione, dalle spese di taglio e di lavoratura, dalle spese di trasporto.

Le pietre naturali e le diverse lavorature che su esse vanno eseguite non si misurano sempre colla stessa unità: si valutano a metri cubi le pietre grezze, i ciottoli, il pietrame, le pietre da taglio digrossate, i conci lavorati ed i tagli abbozzato, scantonato ed incassato; a metri superficiali il taglio nascosto, il taglio apparente, il taglio sul posto, i lavori di pulimento e le lastre; a

Digitized by Google

metri lineari quelle pietre che vanno provviste in grande quantità con larghezza e spessore costante, come sono i gradini.

In pietre della stessa classe ed a parità di volume, le spese di trasporto pei blocchi lavorati sono maggiori delle spese di trasporto per le pietre grezze, a motivo della cura che bisogna avere nel caricare e scaricare i primi, e dello sfraso di cui immancabilmente bisogna tener conto.

I blocchi destinati a somministrare conci di note forme e dimensioni si sottopongono generalmente al taglio abbozzato prima dell'esportazione dalla cava, e questo si fa nell'intento di non trasportare materia inutile senza esporsi ai gravi danni che nel trasporto dei conci già lavorati potrebbero avvenire nelle loro parti più deboli e più delicate.

235. **Analisi del prezzo d'estrazione delle pietre naturali.** — *Prezzo di 1^{mc} di pietra greggia alla cava ed estratta colle mine ordinarie, dedotto dall'analisi del prezzo di un numero di metri cubi non minore di* 10.

Indennità pel terreno in cui si cava la pietra	F. .....
Giornate .... di lavorante per scoprire il banco.	
» .... » per isgombrare i massi.	
Giornate .... di lavorante comune a F. .... l'una	» .....
Giornate .... di cavapietre per l'estrazione colla mina.	
» .... » per la spaccatura dei massi	
Giornate .... di cavapietre a F. .... l'una	» .....
Chilogrammi .... di polvere a F. .... l'uno	» .....
Beneficio di cava 1/5 delle indicate spese	» .....
Prezzo per l'estrazione di .... metri cubi	F. .....
Prezzo di 1^{mc}	» .....

Un analogo processo d'analisi serve pure a valutare il costo di 1^{mc} di pietra estratta vuoi con soli cunei, leve e pali in ferro, vuoi col metodo economico delle mine acidate: nel primo caso non si deve tener conto del consumo di polvere; nel secondo caso bisogna ancora aggiungervi quello dell'acido necessario all'ingrandimento del foro da mina.

Digitized by Google

Tutti gli elementi di cui bisogna tener conto nell'instituire l'analisi del prezzo d'estrazione di 1^{mc} di pietra sono variabilissimi, giacchè dipendono dalla natura del banco, dalla maggiore o minore profondità a cui esso si trova, dal processo adoperato per l'estrazione; e solamente con accurate indagini e con apposite osservazioni si può in ogni caso particolare arrivare all'approssimata loro determinazione. In alcune circostanze l'esperienza ha dimostrato che possono occorrere per l'estrazione di 1^{mc} di pietra dura: giornate 0,20 di lavorante per iscoprire il banco; giornate 0,30 per isgombrare i massi; giornate 3 di cavapietre per l'estrazione colla mina; giornate 1,50 dello stesso operaio per la spaccatura; e chilogrammi 0,075 di polvere da mina.

I signori Clandel e Laroque, in seguito di numerose esperienze, valutando a franchi 2,50 la giornata di un manovale ed a franchi 4,25 la giornata di un cavapietre, hanno data la seguente tavola che può tornare di qualche utilità nella primitiva valutazione del prezzo di 1^{mc} di parecchie pietre da taglio.

INDICAZIONE delle pietre	Indennità di terreno, di passaggio, ecc.	Spese di scoprimento, di stabilimento di strade, d'utensili, ecc.	Spese per estrazione	Spese di sorveglianza, di direzione, ecc.	Prezzo di 1^{mc} di pietra alla cava
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
Calcare tenero delle cave di Beaucaire . . .	1,50	3,50	6,00	2,50	13,50
Grès calcare mediamente duro delle cave di Villegly e di Bagnols	2,50	8,00	22,50	10,00	43,00
Grès siliceo molto duro delle cave della Rhune (Bassi-Pirenei)	2,00	22,50	36,00	20,00	80,50
Lave vulcaniche mediamente dure delle cave di Roque-haute (Hérault)	2,00	2,50	17,00	12,00	33,50

Il signor Courhebaisse divide come segue il costo della pietra calcare che ricavasi da una gran mina acidata di 7 metri di profondità, contenente 70^{cg} di polvere, e destinata a staccare un masso avente da 7 a 8 metri di spessore, da 10 a 12 metri di larghezza ed un volume medio di 500^{mc}:

7^{m} di foro a 4 franchi per ciascun metro . . F. 28
360^{cg} d'acido per fare 60^{dmc} di vano a fr. 0,20 per ogni chilogramma . . . . . » 72

70^{cg} di polvere da mina a 2 franchi per ciascun chilogramma	F. 140
Giornate 10 di operaio per separare i massi già scossi a 2 franchi per ciascuna giornata . . .	» 20
10 piccoli fori da mina per dividere i blocchi troppo grossi a 3 franchi per cadun foro . .	» 30
Per utensili e per qualsiasi altra spesa . . .	» 10
Prezzo per 500^{mc}	F. 500
Prezzo di 1^{mc}	» 0,60

Per rapporto al lavoro dei cavapietre risultò da numerose esperienze fatte in grande, che un sol operaio, nel praticare un buco da mina del diametro di 0^{m},054, raggiunge mediamente per ogni ora le seguenti profondità:

Nella roccia calcare comune	Metri 0,130
» calcare compatta	» 0,075
» schistosa e nel gneisse . .	» 0,100
» quarzosa e silicea	» 0,060
» granitica	» 0,050
Nelle lave basaltiche	» 0,020

La quantità di polvere da consumarsi per ogni foro dipende dalla sua profondità. Per fori da mina del diametro di 0^{m},054 occorrono mediamente:

Chilogrammi	0,122	per un foro	della profondità di metri	0,244
»	0,168	»	» »	0,325
»	0,245	»	» »	0,487
»	0,321	»	» »	0,650
»	0,398	»	» »	0,812
»	0,489	»	» »	0,975

La diversità degli aggregati delle rocce, l'affinità e la coesione che in esse esiste sono le cause che influiscono sulla quantità e sulla specie della pietra che può staccare una data quantità di polvere. Da esperienze fatte in una piccola cava di gneisse risultò:

Che la carica di 1^{cg} di polvere ha staccato un volume di 13^{mc},250 di pietra;

Che la carica di 0^{cg},75 di polvere ha staccato un volume di 10^{mc},800 di pietra;

Che la carica di $0^{cg},46$ di polvere ha staccato un volume di $9^{mc},150$ di pietra.

Esaminando poi i volumi delle pietre staccate si trovò che $10^{mc},000$ si ripartivano come segue:

Metri cubi 4 in pietra da taglio;
» 3 in massi informi;
» 2 in pietrame comune;
» 1 in iscaglie di roccia.

Da esplorazione fatta in grande ancora in una cava di gneisse, per ogni 140^{mc} di pietra staccata si ebbero:

156 massi di pietra da taglio	di 1ª specie	del volume totale di	117^{mc}
1225 »	di 2ª specie	»	552^{mc}
3842 »	di 4ª specie	»	668^{mc}
1269 lastre		»	63^{mc}

256. **Analisi del prezzo dei ciottoli** — *Prezzo di 1^{mc} di ciottoli portati sul luogo dell'impiego, dedotto dall'analisi del prezzo di 10^{mc}.*

Giornate .... di bardotto per raccogliere i ciottoli a F. .... l'una F. .....

Giornate 1,00 di manovale pel carico.
» 0,25 » per lo scarico.
» 0,25 » per lo stivamento sul luogo del lavoro.

Giornate 1,50 di manovale a F. .... l'una » .....

Giornate 0,60 di carretta pel carico e per lo scarico.
» .... » pel trasporto sul lavoro (in ragione di giornate 0,35 per 100^{m} di distanza orizzontale).

Giornate .... di carretta a due cavalli a F. .... l'una » .....

Prezzo di 10^{mc} F. .....
Prezzo di 1^{mc} » .....

Il maggiore o minor tempo da impiegarsi nella raccolta dei ciottoli dipende principalmente dalla minore o maggiore abbondanza

con cui si trovano sparsi sul terreno. Questo tempo è un elemento tale da non potersi fissare in modo assoluto, e solo si può dire che in alcune ordinarie circostanze si trovò di giornate 5 per ogni 10^{mc} di ciottoli. La spesa di commesso per la misura, di cui vogliono taluni tener conto, venne trascurata, imperocchè impiegandosi generalmente carrette di capacità nota, basta conoscere il loro numero per avere il volume dei ciottoli trasportati sul luogo del lavoro.

I ciottoli a pie' d'opera costano in Torino circa franchi 4,50 per ogni metro cubo.

237. **Analisi del prezzo del pietrame.** — I. *Prezzo di 1^{mc} di pietrame comune stivato in vicinanza della cava, dedotto dall'analisi del prezzo di 10^{mc}.*

Indennità pel terreno nel quale si trova la cava				F. .....
Giornate	....	di lavorante	per iscoprire la cava.	
»	....	»	per sgombrare i massi.	
»	....	»	per la spaccatura.	
»	1,00	»	pel carico sui mezzi di trasporto.	
»	....	»	pel trasporto al luogo di deposito (in ragione di giornate 3,50 per 100^{m} di distanza orizzontale).	
»	0,25	»	per lo stivamento.	
Giornate	....	di lavorante comune a F. .... l'una		» .....
Giornate	....	di cavapietre per l'estrazione a F. .... l'una		» .....
Chilogrammi	....	di polvere da mina a F. .... l'uno		» .....
Per la conservazione del pietrame 1/10 delle indicate spese				» .....
Beneficio di cava 1/5 delle indicate spese				» .....
			Prezzo di 10^{mc}	F. .....
			Prezzo di 1^{mc}	» .....

Gli elementi che entrano in quest'analisi e che si sono lasciati indeterminati variano per le cause già dette parlando dell'estrazione della pietra da taglio, e sarebbe il più grave errore il voler assegnare ai medesimi un valore costante. In alcune circostanze si trovò che per 10^{mc} di pietrame comune si potevano valutare

giornate 2 di lavorante per iscoprire la cava; giornate 0,70 per lo sgombramento dei massi, giornate 0,70 per la spaccatura; giornate 5,50 di cavapietra; chilogrammi 1,70 di polvere da mina.

I signori Claudel e Laroque, fissando a franchi 2,50 la giornata di un manovale e fra franchi 4 e 4,50 quella di un cavapietre, stabiliscono da franchi 2,50 a 3,25 il prezzo di 1^{mc} di pietrame comune di granito, di gneisse e di lave, e da franchi 1,50 a 2 quello dei calcari teneri e mediamente teneri. Questi prezzi comprendono tutte le spese per avere il materiale stivato sul luogo della cava.

II. *Prezzo di 1^{mc} di pietrame di sassi stivato sul luogo in cui questi vengono raccolti, dedotto dall'analisi del prezzo di 10^{mc}.*

Indennità dovuta al proprietario dei terreni in cui si trovano i sassi F. .....

Giornate .... di manovale per raccogliere i sassi.
» .... » per la spaccatura.
» 0,25 » per lo stivamento.

Giornate .... di manovale comune a F. .... l'una » .....

Prezzo di 10^{mc} F. .....
Prezzo di 1^{mc} » .....

Le giornate di lavorante per la raccolta dei sassi crescono o diminuiscono secondo la minore o maggiore abbondanza con cui i sassi si trovano ripartiti sul terreno in cui si raccolgono, e secondo la minore o maggiore profondità in cui si trovano al disotto del suolo. Il tempo impiegato per la spaccatura è anche un elemento variabilissimo che dipende essenzialmente dalla durezza delle pietre che devonsi spaccare. La sola esperienza può in ogni caso particolare guidare nella determinazione approssimata degli indicati tempi.

III. *Prezzo alla cava di 1^{mc} di pietrame lavorato.*

Metri cubi 1,00 di pietra allo stato di pietrame lavorato.
» .... » pel consumo.

Metri cubi .... di pietra greggia a F. .... l'uno F. .....

Giornate .... di scarpellino per la lavoratura » .....
Giornate 0,03 di manovale per lo stivamento a F. .... l'una » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

Il consumo di pietra greggia che ha luogo nella lavoratura del pietrame, paragonato al volume del pietrame ottenuto, si può mediamente fissare di 1/25 per quello digrossato, di 1/15 per quello grossamente scarpellato e di 1/12 per quello scarpellato.

Il tempo impiegato da uno scarpellino nella lavoratura di 1^{mc} di pietrame può essere approssimativamente valutato:

Pel pietrame digrossato

di pietra	tenera	da ore	1,07	ad ore	1,88,
»	mezzana	»	2,22	»	3,64,
»	dura	»	3,80	»	4,18;

Pel pietrame grossamente scarpellato

di pietra	tenera	da ore	1,77	»	5,14,
»	mezzana	»	3,71	»	6,06,
»	dura	»	6,32	»	6,93;

Pel pietrame scarpellato

di pietra	tenera	da ore	2,23	»	3,93,
»	mezzana	»	4,64	»	7,58,
»	dura	»	7,91	»	8,66.

238. **Analisi del prezzo della pietra da taglio digrossata.** — *Prezzo alla cava di 1^{mc} di pietra da taglio digrossata.*

Metri cubi 1,00 di pietra da taglio digrossata.
» .... » pel consumo.

Metri cubi .... di pietra da taglio greggia a F. .... l'uno F. .....

Giornate .... di scarpellino pel digrossamento a F. .... l'una » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

Il costo del digrossamento, ossia di quell'operazione che generalmente vien fatta con grosse punte e con mazzuoli sui blocchi di pietra appena estratti delle cave onde togliere ai medesimi le più grandi irregolarità, dipende principalmente dalla quantità di pietra da levarsi e dalla sua durezza. L'esperienza ha dimostrato che il volume della pietra da levarsi difficilmente eccede 1/10 di quello del blocco digrossato, e che il tempo impiegato da uno scarpellino per ottenere 1^{mc} di pietra da taglio digrossata sta:

Fra ore	2,00	ed ore	3,70	per le pietre	tenere,
»	4,50	»	8,00	»	mezzane,
»	8,50	»	10,00	»	dure.

239. **Analisi del prezzo del taglio abbozzato, del taglio scantonato e del taglio incassato nelle pietre da taglio.** — Il costo di 1^{mc} degli indicati tagli dipende essenzialmente dal tempo che impiega uno scarpellino per effettuarli, e per conseguenza dalla maggiore o minore durezza della pietra. Il processo d'analisi è della massima semplicità e si compie col porre:

Giornate .... di scarpellino per fare 1^{mc} di taglio .....
a F. .... l'una F. .....

Da accurate esperienze risultarono i seguenti limiti di ore di scarpellino:

Per 1^{mc} di taglio abbozzato

da ore	26,75	ad ore	47,20	nelle pietre	tenere,
»	55,70	»	91,00	»	mezzane,
»	95,00	»	104,70	»	dure;

Per 1^{mc} di taglio scantonato semplice

da ore	29,20	ad ore	58,40	nelle pietre	tenere,
»	75,40	»	103,70	»	mezzane,
»	107,00	»	119,20	»	dure;

Per 1^{mc} di taglio scantonato fra due lati

da ore	31,60	ad ore	68,40	nelle pietre	tenere,
»	77,80	»	114,30	»	mezzane,
»	119,25	»	131,25	»	dure;

Per 1^{mc} di taglio incassato fra tre lati

da ore	44,75	ad ore	82,75	nelle pietre	tenere,
»	114,30	»	159,25	»	mezzane,
»	165,40	»	185,00	»	dure;

Per 1^{mc} di taglio incassato fra quattro lati

da ore	51,00	ad ore	94,80	nelle pietre	tenere,
»	131,40	»	182,50	»	mezzane,
»	190,00	»	212,00	»	dure;

Per 1^{mc} di taglio incassato per opere accurate

da ore	77,80	ad ore	141,00	nelle pietre	tenere,
»	197,00	»	273,50	»	mezzane,
»	284,70	»	316,00	»	dure.

Digitized by Google

240. **Analisi del prezzo della pietra da taglio abbozzata per conci di prima, di seconda, di terza, di quarta e di quinta specie.** — Il prezzo di 1^{mc} di pietra da taglio abbozzata si ottiene togliendo il costo del taglio abbozzato dal costo della pietra digrossata. Il processo d'analisi è il seguente, quando trattasi di conci della prima specie:

Metri cubi 1,00 di pietra digrossata.
» 0,11 » pel consumo in taglio abbozzato.

Metri cubi 1,11 di pietra digrossata a F. .... l'uno F. .....

Giornate .... di scarpellino per l'abbozzatura a F. .... l'una » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

Quest'analisi serve di modulo per trovare il prezzo di 1^{mc} di pietra da taglio destinata a somministrare conci di qualsiasi specie (num. 23). I quantitativi di pietra pel consumo si ridurranno rispettivamente a $0^{mc},22$, $0^{mc},33$, $0^{mc},44$ e $0^{mc},78$, secondo che trattasi di pietra della seconda, della terza, della quarta e della quinta specie. — Indicando con n il numero delle giornate impiegate da uno scarpellino per ottenere 1^{mc} di pietra abbozzata della prima specie, saranno rappresentate con molta approssimazione da $2n$, $3n$, $4n$ e $7n$ le giornate necessarie ad avere 1^{mc} della stessa pietra abbozzata, secondo che deve essere lavorata in conci della seconda, della terza, della quarta e della quinta specie.

241. **Analisi del prezzo del taglio nascosto, del taglio apparente e del taglio sul posto.** — Il costo di 1^{mq} degli indicati tagli dipende dalla durezza della pietra da tagliarsi, dalla forma che devono avere le facce tagliate, dal modo con cui vanno lavorate. L'analisi si instituisce ponendo:

Giornate .... di scarpellino per lavorare 1^{mq} di taglio .....
a pelle ..... a F. .... l'una F. ....

Da apposite esperienze risultarono i seguenti dati relativi ai tempi massimi e minimi impiegati da uno scarpellino per eseguire 1^{mq} delle varie lavorature in taglio nascosto, in taglio apparente ed in taglio sul posto per le tre classi di pietre tenere, dure e mezzane.

Taglio nascosto.

Per 1^{mq} di pelle grossolana :

Da ore	1,00	ad ore	1,70	nelle	pietre	tenere,
»	2,50	»	3,20	»		mezzane,
»	3,45	»	4,00	»		dure.

Per 1^{mq} di pelle arricciata :

Da ore	1,55	ad ore	2,90	nelle	pietre	tenere,
»	4,00	»	5,15	»		mezzane,
»	5,55	»	6,50	»		dure.

Per 1^{mq} di pelle spiumata :

Da ore	1,80	ad ore	3,35	nelle	pietre	tenere,
»	4,60	»	5,85	»		mezzane,
»	6,40	»	7,55	»		dure.

Taglio apparente.

Per 1^{mq} di pelle piana rustica :

Da ore	1,75	ad ore	3,20	nelle	pietre	tenere,
»	4,45	»	5,70	»		mezzane,
»	6,10	»	7,20	»		dure.

Per 1^{mq} di pelle piana arricciata :

Da ore	2,60	ad ore	4,80	nelle	pietre	tenere,
»	6,70	»	8,55	»		mezzane,
»	9,20	»	10,75	»		dure.

Per 1^{mq} di pelle piana liscia :

Da ore	3,50	ad ore	6,40	nelle	pietre	tenere,
»	8,90	»	11,40	»		mezzane,
»	12,30	»	14,50	»		dure.

Per 1^{mq} di pelle piana spiumata :

Da ore	4,40	ad ore	8,00	nelle	pietre	tenere,
»	11,00	»	14,25	»		mezzane,
»	15,40	»	18,00	»		dure.

Per 1^{mq} di pelle piana di sega :

Da ore	3,50	ad ore	6,40	nelle	pietre	tenere,
»	8,90	»	11,40	»		mezzane,
»	12,30	»	14,50	»		dure.

Digitized by Google

Per 1^{mq} di pelle centinata rustica:

Da ore	2,80	ad ore	5,10	nelle pietre	tenere,
»	7,00	»	9,00	»	mezzane,
»	9,85	»	11,60	»	dure.

Per 1^{mq} di pelle centinata arricciata:

Da ore	3,70	ad ore	6,70	nelle pietre	tenere,
»	9,35	»	12,00	»	mezzane,
»	12,90	»	15,25	»	dure.

Per 1^{mq} di pelle centinata liscia:

Da ore	5,25	ad ore	9,60	nelle pietre	tenere,
»	13,35	»	17,00	»	mezzane,
»	18,40	»	21,70	»	dure.

Per 1^{mq} di pelle centinata spiumata:

Da ore	6,00	ad ore	11,20	nelle pietre	tenere,
»	15,60	»	20,00	»	mezzane,
»	21,50	»	25,25	»	dure.

Per 1^{mq} di pelle modanata liscia:

Da ore	8,40	ad ore	15,35	nelle pietre	tenere,
»	21,35	»	27,35	»	mezzane,
»	29,50	»	34,80	»	dure.

Taglio sul posto.

Per 1^{mq} di rettificazione piana di 0^{m},002 a 0^{m},007 di spessezza:

Da ore	1,65	ad ore	3,00	nelle pietre	tenere,
»	4,20	»	5,35	»	mezzane,
»	5,80	»	6,80	»	dure.

Per 1^{mq} di rettificazione piana di 0^{m},009 a 0^{m},027 di spessezza:

Da ore	2,80	ad ore	5,10	nelle pietre	tenere,
»	7,00	»	9,00	»	mezzane,
»	9,85	»	11,60	»	dure.

Per 1^{mq} di rettificazione piana di 0^{m},030 a 0^{m},034 di spessezza:

Da ore	4,00	ad ore	7,35	nelle pietre	tenere,
»	10,25	»	13,00	»	mezzane,
»	14,00	»	16,70	»	dure.

Digitized by Google

Per 1^{mq} di rettificazione piana di $0^{m},056$ a $0^{m},080$ di spessezza:

Da ore	5,25	ad ore	9,60	nelle pietre	tenere,
»	13,35	»	17,00	»	mezzane,
»	18,40	»	21,70	»	dure.

Per 1^{mq} di rettificazione centinata di $0^{m},002$ a $0^{m},007$ di spessezza:

Da ore	2,30	ad ore	4,20	nelle pietre	tenere,
»	5,80	»	7,40	»	mezzane,
»	8,00	»	9,40	»	dure.

Per 1^{mq} di rettificazione centinata di $0^{m},009$ a $0^{m},027$ di spessezza:

Da ore	3,20	ad ore	5,75	nelle pietre	tenere,
»	8,00	»	10,25	»	mezzane,
»	11,00	»	13,00	»	dure.

Per 1^{mq} di rettificazione centinata di $0^{m},030$ a $0^{m},054$ di spessezza:

Da ore	4,80	ad ore	8,60	nelle pietre	tenere,
»	11,70	»	16,00	»	mezzane,
»	16,60	»	18,50	»	dure.

Per 1^{mq} di rettificazione modanata di $0^{m},002$ a $0,^{m}007$ di spessezza:

Da ore	3,40	ad ore	7,40	nelle pietre	tenere,
»	10,00	»	13,75	»	mezzane,
»	14,25	»	16,00	»	dure.

Per 1^{mq} di rettificazione modanata di $0^{m},009$ a $0^{m},027$ di spessezza:

Da ore	6,00	ad ore	10,75	nelle pietre	tenere,
»	14,70	»	20,00	»	mezzane,
»	21,00	»	23,30	»	dure.

242. **Analisi del prezzo delle lastre.** — I. *Prezzo alla cava di* 1^{mq} *di lastre comuni, dedotto dall'analisi del prezzo di* $3^{mq},60$.

Metri cubi 0,144 di pietra lavorata in lastre.
» 0,028 » pel consumo.

Metri cubi 0,172 di pietra greggia a F .... l'uno F. .....

Giornate .... di scarpellino a F .... l'una » .....

Prezzo di $3^{mq},60$ F. .....
Prezzo di 1^{mq} » .....

II. *Prezzo alla cava di* 1^{mq} *di lastrone dello spessore di* $0^{m},10$, *dedotto dall'analisi del prezzo di* $3^{mq},60$.

Metri cubi 0,360 di pietra lavorata in lastroni.
» 0,072 » pel consumo.

Metri cubi 0,432 di pietra da taglio greggia a F. .... l'uno F. .....

Giornate .... di scarpellino a F. .... l'una » .....

Prezzo di $3^{mq},60$ F. .....
Prezzo di 1^{mq} » .....

III. *Prezzo alla cava di* 1^{m} *di gradino comune dello spessore di* $0^{m},04$ *e della larghezza di* $0^{m},30$, *dedotto dall'analisi del prezzo di* 30^{m}.

Metri cubi 0,360 di pietra da taglio in gradini.
» 0,072 » pel consumo.

Metri cubi 0,432 di pietra da taglio greggia a F. .... l'uno F. .....

Giornate .... di scarpellino a F .... l'una » .....

Prezzo di 30^{m} F. .....
Prezzo di 1^{m} » .....

IV. *Prezzo alla cava di* 1^{m} *di gradino sagomato dello spessore di* $0^{m},06$ *e della larghezza di* $0^{m},32$, *dedotto dall'analisi del prezzo di* 20^{m}.

Metri cubi 0,384 di pietra da taglio in gradini.
» 0,077 » pel consumo.

Metri cubi 0,461 di pietra da taglio greggia a F. .... l'uno F. .....

Giornate .... di scarpellino a F. .... l'una » .....

Prezzo di 20^{m} F. .....
Prezzo di 1^{m} » .....

Le quattro analisi instituite indicano abbastanza qual sia il metodo da seguirsi per trovare il costo delle lastre di qualunque

grandezza. Molte lastre si pagano a metro superficiale, come sono quelle per pavimenti, per coperture, per rivestimenti, ecc.; alcune si pagano a metri lineari, come quelle per gradini, e talvolta quelle per cornici di coronamento.

Le giornate di scarpellino necessarie a ricavare le diverse specie di lastre dalla pietra greggia, si possono approssimativamente dedurre dalle cifre date nel precedente numero, in seguito alla valutazione delle superficie lavorate e della qualità di lavoro che queste devono ricevere.

243. **Analisi del prezzo del taglio scantonato e del taglio incavato nei marmi.** — Il processo d'analisi per 1^{mc} degli indicati tagli si compie come segue:

Giornate .... di marmista per 1^{mc} di scantonatura o d'incavatura a F. .... l'una F. .....

Da apposite esperienze instituite sulle tre classi di marmo tenero di marmo mezzano e di marmo duro risultò che occorrono:

Per 1^{mc} di scantonatura:

Da giornate	5,80	a	6,60	nel marmo tenero,
»	7,10	»	10,60	» mezzano,
»	11,30	»	13,10	» duro;

Per 1^{mc} d'incavatura:

Da giornate	8,00	»	9,50	» tenero,
»	10,00	»	12,50	» mezzano,
»	13,80	»	18,60	» duro.

244. **Analisi del prezzo della segatura e della lavoratura a pelle piana nei marmi.** — L'analisi per 1^{mq} di segatura o di pelle piana è la seguente:

Giornate .... di segatore da pietra o di marmista per 1^{mq} di segatura o di pella piana a F. .... l'una F. .....

L'esperienza somministra i seguenti dati sul tempo che impiega un segatore da pietra ed un marmista a segare ed a spianare colle gradine e col cesello 1^{mq} di superficie marmorea:

Per 1^{mq} di segatura occorrono:

Da giornate	1,90	a	2,20	nel marmo tenero,
»	2,50	»	2,70	» mezzano,
»	3,00	»	3,30	» duro.

Digitized by Google

Per 1^{mq} di pelle piana occorrono:

Da giornate	1,40	a	1,60	nel marmo	tenero,
»	1,70	»	2,00	»	mezzano,
»	2,30	»	3,30	»	duro.

245. **Analisi del prezzo del pulimento dei marmi.** — *Prezzo di 1^{mq} di pulimento di marmo.*

Giornate .... di marmista per l'orsatura.
» .... » per la rotatura.
» .... » per la pomiciatura.
» .... » per la piombatura.
» .... » per la brunitura.

Giornate .... di marmista a F. .... l'una F. .....

I tempi necessari al completo pulimento di 1^{mq} delle tre classi di marmo tenero, mezzano e duro si possono ritenere come variabili:

Fra giornate	1,60	e giornate	1,70	pel marmo	tenero,
»	2,00	»	2,20	»	mezzano,
»	2,50	»	3,20	»	duro.

I tempi necessari per l'orsatura, per la rotatura e per la pomiciatura si possono valutare ciascuno 1/6 del tempo che richiedesi per l'intiero pulimento: la piombatura e la brunitura esigono rispettivamente 1/3 ed 1/6 dell'ultimo indicato tempo.

246. **Analisi del prezzo delle pietre portate sul luogo dell'impiego.** — I. *Prezzo di .... di ..... portat. con trasporto diretto dalla cava al luogo dell'impiego.*

.... di ..... alla cava a F. .... l'uno F. .....
Giornate .... di commesso per la compera e per la misura a F. .... l'una » .....

Giornate .... di manovale pel carico.
» .... » per lo scarico.

Giornate .... di manovale a F. .... l'una » .....

A riportare F. .....

Riporto F. .....

Giornate .... di carro pel carico e per lo scarico.
» .... » pel trasporto dalla cava al luogo dell'impiego.

Giornate .... di carro a due cavalli a F. .... l'una » .....

Sfraso nel carico alla cava, nel trasporto e nello scarico al luogo dell'impiego, ... delle indicate spese » .....
Spese di dazio » .....

Prezzo di .... di ..... trasportat. con trasporto diretto dalla cava al luogo dell'impiego F. .....
Prezzo di 1^{m} » .....

11. *Prezzo di .... di ..... portat., per trasporto con due scarichi intermedi in* A *e* B, *dalla cava al luogo dell'impiego.*

.... di ..... alla cava a F. .... l'uno F. .....
Giornate .... di commesso per la compera e per la misura a F. .... l'una » .....

Giornate .... di manovale pel carico.
» .... » per lo scarico.

Giornate .... di manovale a F. .... l'una » .....

Giornate .... di carro pel carico e per lo scarico.
» .... » pel trasporto dalla cava in A.

Giornate .... di carro a due cavalli a F. .... l'una » .....

Sfraso nel carico alla cava, nel trasporto e nello scarico in A, ... delle indicate spese » .....

Prezzo di .... di ..... portato dalla cava in A F. ....

Spese di deposito in A » .....
Spese di carico in A, di trasporto da A in B e di scarico in B » .....

Da riportare F. ....

Riporto F. ....

Spese di deposito in B » .....

Spese di dazio » .....

Sfraso nel carico in A, nel trasporto e nello scarico in B, ... delle indicate spese. » .....

Spesa pel trasporto di .... di ..... da A in B F. ....

Giornate .... di manovale pel carico.
» .... » per lo scarico.

Giornate .... di manovale a F. .... l'una » .....
Giornate .... di carro pel carico e per lo scarico.
» .... » pel trasporto da B al luogo dell'impiego.

Giornate .... di carro a due cavalli a F. .... l'una » .....

Sfraso nel carico in B, nel trasporto e nello scarico nel luogo d'impiego, ... delle indicate spese » .....

Spesa pel trasporto di .... di ..... da B al luogo dell'impiego F. ....

Prezzo di .... F. .. ..
Prezzo di 1^{m} » .....

I due moduli d'analisi or ora considerati sono più che sufficienti a far comprendere come si debba procedere per instituire l'analisi del costo di pietre che dalla cava vanno trasportate al luogo dell'impiego con tre o più scarichi intermedi. Ponendo che una data pietra dalla cava debbasi portare in A su carri, che da A debbasi far venire in B su barche, che da B debbasi portare in C su carri, che da C debbasi trasportare in D per via ferrata, e che finalmente da D debbasi ancora portare con carri al luogo dell'impiego, si impianterà l'analisi prendendo come tipo la seconda delle due analisi riferite in questo numero, e aggiungendo subito dopo la prima parte, sia le spese di deposito e di carico in A, di trasporto su barche e di scarico in B, sia le spese di deposito in B, di carico su carri, di trasporto e scarico in C, e facendo poscia seguire le altre due parti che vi sono nell'analisi indicata come tipo.

Gli elementi indispensabili a poter compiere le analisi delle pietre

trasportate dalle cave sui luoghi del lavoro sono somministrati dai numeri seguenti:

	Giornate di commesso.	Giornate di manovale pel carico.	Giornate di manovale per lo scarico.	Giornate di carro a due cavalli pel carico e scarico.	Giornate di carro a due cavalli pel trasporto a 100 metri.
Per 1^{mc} di pietrame comune e di pietrame di sassi .	0,005	0,10	0,030	0,050	0,042
Per 1^{mc} di pietrame lavorato	0,010	0,15	0,045	0,075	0,045
Per 1^{mc} di pietra da taglio digrossata	0,050	0,20	0,050	0,100	0,046
Per 1^{mc} di pietra da taglio lavorata	0,100	0,25	0,080	0,125	0,050
Per 1^{mq} di lastra comune .	0,015	0,06	0,030	0,030	0,002
Per 1^{mq} di lastrone . . .	0,025	0,14	0,050	0,060	0,005
Per 10^{m} di gradino comune	0,033	0,16	0,050	0,080	0,006
Per 10^{m} di gradino sagomato	0,035	0,21	0,068	0,100	0,009

Questi numeri non vanno considerati come assoluti, giacchè devono variare col peso specifico delle pietre e col grado di lavoratura, e solo si devono ritenere come risultati medii di pratiche osservazioni, atti a dare una prima idea per la valutazione dei trasporti.

Per rapporto agli sfrasi ed ai guasti è da osservarsi che essi si possono ritenere come nulli nel pietrame e nella pietra digrossata; che meritano qualche considerazione nelle pietre lavorate in cui crescono indubitamente col crescere del grado di lavoratura e della minutezza dei pezzi; che nelle lastre sottili gli sfrasi sono piuttosto rilevanti; e che, facendosi un trasporto a più scarichi, lo sfraso deve generalmente risultare maggiore nei primi caricamenti, nei primi trasporti e nei primi scaricamenti, perchè sono questi le prime prove a cui si sottopone la resistenza delle pietre che si trasportano. Nelle lastre sottili è usanza di fissare lo sfraso 1/100 della spesa totale.

In Torino ed al cantiere dei lavori le pietre ed i marmi costano:

Da 4 a 5 franchi per ogni metro cubo i sassi di torrente da 30 a 50 centimetri di coda e mezzi spaccati;

Da 6 a 7 franchi per ogni metro cubo il pietrame comune ed i grossi sassi di collina spaccati;

Da 100 a 220 franchi per ogni metro cubo, secondo il minor o maggior grado di lavoratura, la pietra da taglio di San Giorio.

Da 150 a 310 franchi per ogni metro cubo la pietra da taglio del Malanaggio, per le lavorature comprese dalla pelle piana rustica alla pelle modanata e spiumata;

Digitized by Google

Da 110 a 310 franchi per ogni metro cubo i graniti della Balma e di Montorfano, per le lavorature comprese dalla pelle piana grossolana alla pelle modanata e spiumata;

Da 230 a 400 franchi per ogni metro cubo il granito rosso di Baveno, per le lavorature comprese dalla pelle piana liscia alla pelle modanata e spiumata;

Da 3,50 a 12 franchi per ogni metro quadrato le lastre di Barge, di Luserna o di Bagnolo, dello spessore di 3 a 10 centimetri, tagliate a squadra e refilate, per coperture, per lastricati e simili; e da 3 a 5 franchi quelle per cornicioni, lavorate a squadra sulle teste, refilate nei giunti, martellinate sulle facce viste e con spessore compreso fra 3 e 6 centimetri;

Da 4,40 a 5 franchi per ogni metro quadrato le lastre di San Giorio per cornicioni, martellinate nella parte vista con incavo per gocciolatoio, dello spessore di 4 a 5 centimetri; e da 6 a 7 franchi per ogni metro quadrato le lastre analoghe di pietra del Malanaggio;

Da 14 a 16 franchi per ogni metro quadrato i lastroni lavorati a martellina, con spessore di circa 0^{m},09, proveniente dalle cave di San Giorio; e da 17 a 20 franchi i lastroni analoghi della cava del Malanaggio;

Da franchi 2,80 a 3,20 per ogni metro lineare i gradini comuni da pietra di San Giorio; e da 3,60 a 4 franchi quelli in pietra del Malanaggio;

Da franchi 4,40 a 5,50 per ogni metro lineare i gradini sagomati in pietra di San Giorio; da franchi 6,50 a 7,10 quelli in pietra del Malanaggio; e da 8 a 9 franchi quelli in granito della Balma o di Montorfano; e da franchi 9 a 10,50 quelli in granito rosso di Baveno;

Franchi 370 o 390 o 450 per ogni metro cubo il marmo di Frabosa, secondo che è lavorato a mezzo pulimento o a pulimento intero in pezzi non minori di 1/10 di metro cubo o a pulimento intero in blocchi minori di 1/10 di metro cubo; e franchi 440 o 460 o 520 il marmo di Carrara di seconda qualità analogamente lavorato;

Da franchi 270 a 340 per ogni metro cubo, secondo l'importanza della lavoratura, l'arenaria di Viggiù ed il marmo di Saltrio lavorati colle gradine;

Franchi 28 per ogni metro quadrato le tavole di 2 a 3 centimetri di spessore, diligentemente lavorate e pulite, di marmo di Carrara di seconda qualità, o di Bardiglio di Valdieri; franchi 25 quelle in marmo bigio di Frabosa; franchi 45 quelle in marmo verde di

Susa; franchi 60 quelle in marmo giallo di Verona, in alabastro di Busca ed in marmo nero di Como; franchi 65 quelle in breccia di Levante ed in portor di Porto Venere; e franchi 35 quelle in marmo scelto di Carrara e di Valdieri.

Per le lastre con spessore maggiore di 0m,05 si accrescono gli indicati prezzi del loro quinto per ogni centimetro d'aumento.

CAPITOLO II.

Analisi dei prezzi delle terre, delle sabbie e delle ghiaie.

247. — Il costo della materia che impiegasi nei lavori in terra dipende dall'indennità da pagarsi onde risarcire i danni che ne derivano al fondo da cui viene scavato, e dalle operazioni che deve ricevere per servire agli usi per cui viene destinato. Queste operazioni sono: il *rompimento* e la *smovitura* con cui mediante vanghe, zapponi e picconi si distaccano e si rendono sciolte le diverse parti della massa terrosa; il *paleggiamento* o la *paleggiatura* per cui la terra smossa viene levata dal sito in cui giaceva e gettata orizzontalmente o verticalmente, per mezzo di pale, dall'una o dall'altra banda del cavo o del taglio; la *conciatura* ossia l'assieme di quelle operazioni che possono occorrere per correggere qualche naturale imperfezione della materia scavata onde renderla adatta all'impiego che deve ricevere; il *carico*, pel quale la terra viene gettata nelle casse dei veicoli destinati a trasportarla; il *trasporto* e lo *scarico* nel luogo in cui deve essere impiegata. Le varie operazioni abbracciate nel titolo generico di conciatura sono lo sminuzzamento e la mondatura da sassi e da altre sostanze la cui presenza è nociva alla buona riuscita del lavoro in cui la terra deve essere adoperata: per le sabbie sono da considerarsi la vagliatura e la lavatura.

Parlando dei lavori in terra molto si dirà sui diversi mezzi di trasporto e sui vantaggi che, a seconda delle circostanze, presenta l'impiego dell'uno anzichè dell'altro: trattando della valutazione dei lavori in terra, si vedrà come debbansi instituire le analisi per qualsiasi qualità di terra, trasportata a qualunque distanza coi

diversi mezzi che alla medesima si reputano convenienti. Basti per ora di considerare quelle terre che non si adoperano da sole per l'esecuzione di un opera completa, ma che si impiegano unitamente ad altre sostanze, come sono: la terra grassa che impiegasi talvolta nella formazione di masse murali; e la sabbia che entra sempre come componente essenziale nelle malte di calcina.

248. **Analisi del prezzo della terra grassa** — *Prezzo di 1^{mc} di terra grassa portata sul luogo dell'impiego.*

Giornate	0,13	di lavorante	per la smovitura.	
»	0,20	»	per la mondatura.	
»	0,08	»	pel carico.	
»	0,01	»	per l'ammucchiamento sul lavoro.	
Giornate	0,42	di lavorante comune a F. .... l'una		F. ....
Giornate	0,03	di carretta pel carico.		
»	....	»	pel trasporto sul lavoro (in ragione di giornate 0,028 per ogni 100^{m} di distanza orizzontale).	
»	0,01	»	per lo scarico.	
Giornate	....	di carretta a due cavalli a F. .... l'una		» .....
			Prezzo di 1^{mc}	F. .....

249. **Analisi del prezzo della malta di terra grassa.** — *Prezzo di 1^{mc} di malta di terra grassa.*

Metri cubi 1,00 di terra grassa a F. .... l'uno	F. .....
Giornate 0,50 di lavorante da malta a F. .... l'una	» .....
Giornate .... di manovale pel trasporto della terra sull'aia (in ragione di giornate 0,21 per 100^{m} di distanza orizzontale) a F. .... l'una	» .....
Giornate 0,05 di commesso per la sorveglianza	» .....
Prezzo di 1^{mc}	F. .....

In Torino la malta di terra grassa ben manipolata viene a costare circa 4 franchi per ogni metro cubo.

250. **Analisi del prezzo delle sabbie.** — I. *Prezzo di 1^{mc} di sabbia fossile portata sul luogo dell'impiego.*

Indennità del terreno in cui si cava la sabbia				F. .....
Giornate	....	di lavorante	per iscoprire il terreno.	
»	....	»	per ismuovere e paleggiare la terra.	
»	0,25	»	per la vagliatura.	
»	0,08	»	pel carico.	
»	0,02	»	per lo scarico ed ammucchiamento sul lavoro.	
Giornate	....	di lavorante comune a F. .... l'una		» .....
Giornate	0,04	di carretta	pel carico e per lo scarico.	
»	....	»	pel trasporto sul lavoro (in ragione di giornate 0,028 per 100^{m} di distanza orizzontale).	
Giornate	....	di carretta a due cavalli a F. .... l'una		» .....
			Prezzo di 1^{mc}	F. .....

Le giornate di lavorante per iscoprire il terreno, per ismuovere e paleggiare la terra sono elementi variabilissimi per le diverse circostanze locali, per la profondità a cui trovasi la sabbia e per la coesione esistente fra le diverse sue parti. L'esperienza è la sola guida sicura in ogni caso, ed è solo in via di grossolanissima approssimazione in ordinarie circostanze che si possono rispettivamente fissare di 0,05 e di 0,17 i due accennati numeri di giornate.

II. *Prezzo di 1^{mc} di sabbia di torrente portata sul luogo dell'impiego.*

Giornate	....	di lavorante	per ismuovere ed ammucchiare la sabbia.	
»	0,15	»	per la vagliatura.	
»	0,08	»	pel carico.	
»	0,02	»	per lo scarico ed ammucchiamento sul lavoro.	
Giornate	....	di lavorante comune a F. .... l'una		F. .....
			Da riportare	F. .....

Riporto F. .....

Giornate 0,04 di carretta pel carico o per lo scarico.
» .... » pel trasporto sul lavoro (in ragione di giornate 0,028 per 100^{m} di distanza orizzontale).
——
Giornate .... di carretta a due cavalli a F. .... l'una » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

Le giornate di lavorante per ismuovere ed ammucchiare la sabbia costituiscono un elemento assai variabile colla località in cui trovasi la sabbia, colla difficoltà che s'incontra nello smuoverla. In via di approssimazione si può ritenere che nelle ordinarie circostanze il numero di dette giornate ascenda a 0,07.

In Torino ed a pie' d'opera la sabbia pura della Dora costa circa franchi 2,20 per ogni metro cubo, e circa franchi 2,90 quelle della Stura e del Sangone.

III. *Prezzo di 1^{mc} di sabbia di fiume trasportata sul luogo dell'impiego.*

Giornate 0,600 di barca per la cavatura della sabbia colla cucchiaia a mano.
» .... » per scendere .... di distanza.
» 0,100 » per lo scarico e tempo perduto.
» .... » per rimontare .... di distanza.
——
Giornate .... di barca comune a F. .... l'una F. .....

Giornate 0,08 di lavorante pel carico.
» 0,02 » per lo scarico ed ammucchiamento sul lavoro.
——
Giornate 0,10 di lavorante comune a F. .... l'una » .....

Giornate 0,04 di carretta pel carico e per lo scarico.
» .... » pel trasporto sul lavoro (in ragione di giornate 0,028 per 100^{m} di distanza orizzontale)
——
Giornate .... di carretta a due cavalli a F. .... l'una » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

Digitized by Google

Le giornate di barca per scendere e rimontare una determinata distanza in un fiume variano colla velocità dell'acqua, colla forma della barca e col carico che in essa si trova. In media si può ritenere che per 1^{mc} di sabbia occorrono rispettivamente giornate 0,006 e 0,026 per scendere e per rimontare 100^{m} di distanza.

La sabbia del fiume Po, che è quella di cui si fa maggior uso in Torino, si paga al cantiere dei lavori stabiliti nella città da 2 franchi a 2,20 per ogni metro cubo.

IV. *Prezzo di 1^{mc} di sabbia lavata.*

Metri cubi 2,00 di sabbia terrosa a F. .... l'uno				F. .....
Giornate 0,13 di lavorante pel carico sulle carriuole.				
»	....	»	pel trasporto al bacino (in ragione di giornate 0,40 per 100^{m} di distanza orizzontale).	
»	0,01	»	per lo scarico e tempo perduto.	
»	0,05	»	per lo spandimento nel bacino.	
»	0,61	»	per la lavatura.	
»	0,10	»	pel paleggiamento.	
»	0,07	»	pel carico della sabbia lavata sulle carriuole.	
»	....	»	pel trasporto nel deposito (in ragione di giornate 0,21 per 100^{m} di distanza orizzontale).	
»	0,02	»	per lo scarico ed ammucchiamento.	
Giornate .... di lavorante comune a F. .... l'una				» .....
			Prezzo di 1^{mc}	F. .....

251. **Analisi del prezzo delle ghiaie.** — I. *Prezzo di 1^{mc} di ghiaia fossile portata sul luogo dell'impiego.*

Indennità del terreno nel quale si cava la ghiaia	F. .....
Da riportare	F. .....

Riporto F. .....

Giornate .... di lavorante per lo scoprimento del renaio.
» .... » per la cavatura.
» .... » per la mondatura.
» 0,05 » per l'ammucchiamento.
» 0,10 » pel carico.
» 0,05 » per lo scarico.
» 0,07 » per lo stivamento sul luogo dell'impiego.

Giornate .... di lavorante comune a F. .... l'una » .....

Giornate 0,065 di carretta pel carico e per lo scarico.
» .... » pel trasporto sul luogo dell'impiego (in ragione di giornate 0,031 per ogni 100^{m} di distanza orizzontale).

Giornate .... di carretta a due cavalli a F. .... l'una » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

I tempi impiegati nello scoprimento del renaio, nel cavare la ghiaia e nel mondarla dalle materie terrose, vuoi col graticcio, vuoi con un apparato qualunque, variano per molte circostanze, come sono la profondità a cui trovasi la ghiaia sotto il suolo naturale, il modo con cui si trova mescolata ad altre sostanze, la compattezza degli strati ghiaiosi, ecc. Questi tempi in nessun modo si possono assolutamente fissare, e solo si può dire che in parecchie circostanze e per ogni metro cubo di ghiaia occorsero: giornate 0,10 di lavorante per lo scoprimento del renaio; giornate 0,12 per la cavatura; e giornate 0,50 per la mondatura.

La ghiaia fossile data sul luogo dell'impiego viene a costare in Torino circa franchi 1,70 quando è naturale, e franchi 2,20 quando è passata al graticcio.

II. *Prezzo di 1^{mc} di ghiaia di mina portato sul luogo dell'impiego.*

Indennità del terreno sul quale si cava la pietra da cui ricavasi la ghiaia F. .....

Da riportare F. .....

Riporto F. .....

Giornate .... di lavorante per lo scoprimento della cava.
» .... » per lo sgombramento dei massi.
» .... » per la spaccatura.
» 0,05 » per l'ammucchiamento.

Giornate .... di lavorante comune a F. .... l'una » .....

Giornate .... di cava pietra per l'estrazione a F. .... l'una » .....
Chilogrammi .... di polvere da mina a F. .... l'uno » .....

Giornate 0,10 di lavorante pel carico.
» 0,03 » per lo scarico.
» 0,07 » per lo stivamento sul lavoro.

Giornate 0,20 di lavorante comune a F. .... l'una » .....

Giornate 0,065 di carretta pel carico e per lo scarico.
» .... » pel trasporto sul lavoro (in ragione di giornate 0,031 per 100^{m} di distanza orizzontale).

Giornate .... di carretta a due cavalli a F. .... l'una » ....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

Anche qui è da dirsi quanto già parecchie volte si ebbe l'occasione di fare osservare, ossia che le giornate di lavorante per lo scoprimento della cava, per lo sgombramento dei massi e per la spaccatura, che le giornate di cavapietre per l'estrazione, e che la quantità di polvere da consumarsi, sono elementi i quali per una infinità di circostanze variano talmente da una cava all'altra da essere impossibile il poter assegnare delle cifre che esprimano i risultati medii di parecchie osservazioni. Mi accontenterò dal dire come si incontrarono nella pratica alcune circostanze in cui, per ogni metro cubo di ghiaia di mina, occorsero: giornate 0,15 di lavorante per scoprire la cava; giornate 0,06 per lo sgombramento dei massi; giornate 1,50 per la spaccatura; giornate 0,34 di cavapietra per l'estrazione; e chilogrammi 0,14 di polvere da mina.

Digitized by Google

III. *Prezzo di 1^{mc} di ghiaia di torrente portata sul luogo dell'impiego.*

Giornate	....	di lavorante	per la smovitura.
»	....	»	per la mondatura.
»	0,05	»	per l'ammucchiamento.
»	0,10	»	pel carico.
»	0,03	»	per lo scarico.
»	0,07	»	per lo stivamento sul luogo dell'impiego.

Giornate .... di lavorante comune a F. .... l'una F. .....

Giornate	0,065	di carretta	pel carico e per lo scarico.
»	....	»	pel trasporto sul luogo dell'impiego (in ragione di giornate 0,031 per ogni 100^{m} di distanza orizzontale).

Giornate .... di carretta a due cavalli a F. .... l'una » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

Le giornate di lavorante per la smovitura e per la mondatura variano notevolmente da una località all'altra, per cui risulta impossibile il poter stabilire dei numeri immutabili: solo si può dire che vi furono circostanze in cui, per ogni metro cubo di ghiaia da torrente, si trovò di giornate 0,07 il tempo necessario alla smovitura, e di giornate 0,30 quello occorrente alla mondatura.

Il prezzo della ghiaia della Dora, data in Torino al luogo dell'impiego, è come quello della ghiaia fossile.

IV. *Prezzo di 1^{mc} di ghiaia lavata.*

Metri cubi .... di ghiaia fossile a F. .... l'uno F. .....

Giornate	0,11	di lavorante	pel carico su carriuole.
»	....	»	pel trasporto con carriuole (in ragione di giornate 0,31 per ogni 100^{m} di distanza orizzontale).

Giornate .... *Da riportare* F. .....

Giornate	....		*Riporto* F. .....,
»	0,01	»	per lo scarico.
»	0,05	»	per lo spandimento nel bacino.
»	0,15	»	per la lavatura.
»	0,12	»	per l'estrazione dal bacino.
»	0,11	»	per il carico e scarico della ghiaia lavata.
»	....	»	pel trasporto della ghiaia lavata al deposito (in ragione di giornate 0,25 per ogni 100^{m} di distanza orizzontale).

Giornate .... di lavorante comune a F. .... l'una » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

La quantità di ghiaia fossile da impiegarsi per avere 1^{mc} di ghiaia lavata dipende dalla quantità di terra che con essa si trova mescolata. Nell'analisi instituita si è supposto che per avere 1^{mc} di ghiaia lavata occorra circa 1^{mc},10 di ghiaia fossile.

CAPITOLO III.

Analisi dei prezzi dei principali laterizi.

252. I veri importi a cui devono essere valutati i laterizi nella stima di una data opera si ottengono aggiungendo ai prezzi cui i materiali costano alle fornaci le spese necessarie per trasportarli alla località dell'impiego.

I laterizi non si pagano generalmente nè a volume nè a peso, ma sibbene a numero, e abitualmente a migliaio, e nell'instituire le analisi dei loro prezzi si procederà coll'ordine seguente : si troverà il costo di 1000 laterizi crudi alla fornace; quello di 1000 laterizi cotti ancora alla fornace; e finalmente quello di 1000 laterizi portati sul luogo dell'impiego. Le spese di trasporto saranno

valutate analogamente a quanto si disse al numero 246 per le pietre naturali.

253. **Analisi del prezzo dei mattoni crudi alla fornace.** — *Prezzo di 1000 mattoni crudi alla fornace.*

Indennità del terreno nel quale si cava la terra da mattoni F. ....

Giornate	....	di lavorante	per iscoprire la terra.
»	0,10	»	per cavare la terra.
»	....	»	pel carico della terra su carriuole.
»	....	»	pel trasporto al cantiere.
»	....	»	per lo scarico.
»	....	»	per la mondatura.
»	0,30	»	per l'impasto.
»	0,10	»	per disporre in gambetta i mattoni crudi.

Giornate .... di lavorante comune a F. .... l'una » .....

Giornate .... di mattoniero per lo stampo dei mattoni a F. .... l'una » .....

Sfraso nella disseccazione 1/20 delle indicate spese » .....

Prezzo di 1000 mattoni crudi F. .....

Le giornate di lavorante per iscoprire la terra necessaria alla formazione di 1000 mattoni variano evidentemente da una località all'altra, ed in uno stesso stabilimento da un sito all'altro: l'esperienza sola può essere guida sicura nella loro determinazione in ogni caso particolare, ed è soltanto in via di grossolana approssimazione che si possono portare a giornate 0,20 nelle ordinarie circostanze.

Il tempo impiegato da un manovale pel carico allo scavo e per lo scarico al cantiere della terra necessaria alla fabbricazione di 1000 mattoni dipende evidentemente dalla sua quantità, e quindi dalle dimensioni dei mattoni: il tempo necessario al trasporto dipende anche dalla distanza che passa fra il luogo di carico e di scarico. L'esperienza conferma che per 1^{mc} di terra occorrono:

Giornate 0,067 di manovale pel carico su carriuole;
» 0,20 » pel trasporto a 100^{m} di distanza per una via orizzontale, o a circa 70^{m} di distanza per una via inclinata di circa 1/12;
» 0,007 » per lo scarico e tempo perduto.

Il tempo necessario alla mondatura della terra varia col suo stato di purezza: nelle ordinarie circostanze sembra potersi fissare questo numero a giornate 0,30.

Il tempo speso da un mattoniero nella formazione di 1000 mattoni dipende dalle loro dimensioni e dal modo con cui devono essere lavorati. Il Ponza di S. Martino fissa questo tempo a giornate 0,30 pei mattoni ordinari.

Nei dintorni di Parigi i mattonieri lavorano per squadre di quattro individui, e in 12 ore di lavoro ciascuna squadra fabbrica circa 7000 mattoni aventi per dimensioni 0^{m},22, 0^{m},103 e 0^{m},045. Il lavoro fra i quattro individui si ripartisce come segue: uno prepara la terra, due altri s'incaricano di portarla al vicino sito di fabbricazione e di gettarla negli stampi, un garzone prende gli stampi e porta sull'aia i mattoni crudi o la terra mattonacea in essi contenuta.

Nel Belgio e nell'Alemagna una squadra si compone di due uomini per preparare la terra, di due carriuolanti, di due mattonieri e di un garzone; e vi sono dei mattonieri che, ben serviti, arrivano sino a fare da 8000 a 10000 mattoni in una giornata d'estate.

254. **Analisi del prezzo dei laterizi cotti alla fornace.** — I. *Prezzo di* 1000 *mattoni cotti alla fornace.*

Prezzo di 1000 mattoni crudi alla fornace F. .....

Giornate 0,20 di lavorante pel carico della fornace.
» .... » per la cottura.
» 0,10 » per lo scarico della fornace.

Giornate .... di lavorante capace a F. .... l'una » .....
.... di ..... impiegat. come combustibile per produrre la cottura a F. .... l'uno.
Sfraso nella cottura 1/25 delle indicate spese » .....

Da riportare F. .....

Riporto F. .....

Giornate 0,10 di lavorante comune per stivare i mattoni cotti a F. .... l'una » .....

Benefizio del fabbricante 1/5 delle indicate spese » .....

Prezzo di 1000 mattoni cotti F. .....

Il tempo di lavorante capace per la cottura dipende dal modo e dall'apparecchio in cui questa deve prodursi, dal combustibile che impiegasi, ed anche in parte dalla qualità della terra mattonacea. Nei casi ordinari si può questo tempo valutare di giornate 0,40 per ogni 1000 mattoni comuni.

Per rapporto alla quantità di combustibile occorrente alla cottura di 1000 mattoni si possono ritenere i seguenti risultati d'esperienza:

Da 250^{Cg} a 330^{Cg} di carbon fossile per la cottura all'aperta;
1060^{Cg} di legna per la cottura in forni circondati lateralmente da muri;
1040^{Cg} di legna per la cottura in forni a due scompartimenti;
225^{Cg} di carbon fossile per la cottura in fornaci coperte a vôlta con camino nel mezzo;
2^{Hl},92 di coke per la cottura in forni a regresso di calore;
250^{Cg} di buona torba per la cottura in fornaci adatte all'impiego di questo combustibile.

II. *Prezzo di* 1000 *pianelle cotte alla fornace.*

L'esperienza ha dimostrato che si può facilmente dedurre il prezzo di 1000 pianelle comuni dal costo di un egual numero di mattoni ordinari, e che basta perciò aumentare questo del suo quinto.

III. *Prezzo di* 1000 *tegole cotte alla fornace.*

Anche il prezzo di 1000 tegole si deduce facilmente dal costo di 1000 mattoni ordinari, aumentando solamente quest'ultimo dei suoi due quinti

255. **Analisi del prezzo dei laterizi cotti portati sul luogo dell'impiego.** — *Prezzo di* 1000 ..... *cott. portat. con trasporto diretto dalla fornace al luogo dell'impiego.*

Prezzo di 1000 ..... cott. alla fornace F. ....

Giornate 0,01 di commesso per la compera a F. .... l'una » .....

Da riportare F. .....

Riporto F. .....

Giornate 0,15 di manovale pel carico.
» 0,10 » per lo scarico.

Giornate 0,25 di manovale a F. .... l'una » .....

Giornate 0,10 di carretta pel carico e per lo scarico.
» .... » pel trasporto sul luogo dell'impiego (in ragione di giornate 0,065 per ogni 1000 laterizi ordinari portati a distanza di 100^m).

Giornate .... di carretta a due cavalli a F. .... l'una » .....

Sfraso nel carico alla fornace, nel trasporto e nello scarico al luogo dell'impiego, ... delle indicate spese » .....
Spese di dazio » .....

Prezzo di 1000 ..... cott. portat. dalla fornace al luogo dell'impiego F. .....

Se il trasporto deve essere fatto con uno o più scarichi intermedi si instituirà l'analisi col procedimento analogo a quello esposto al numero 246 parlando dei trasporti delle pietre naturali.

Gli sfrasi si possono assumere: 1/100 per i mattoni, 1/80 per le pianelle, e 1/40 per le tegole.

Si può ritenere che in Torino i laterizi portati al cantiere dei lavori costino per ogni migliaio:

Da 30 a 34 franchi i mattoni di mezzanella forte colle dimensioni di 0^m,25, 0^m,125 e 0^m,06;

Da 27 a 30 franchi i mattoni di mezzanella dolce colle stesse dimensioni;

Da 37 a 40 franchi i mattoni del campione a due sabbie;

Da 22 a 24 franchi i mattonetti di mezzanella forte colle tre dimensioni di 0^m,25, di 0,^{m}09 e di 0^m,06;

Da 40 a 45 franchi le pianelle o quadrattoni di 0^m,25 di lato collo spessore di 0^m,03, e le tavelle dello stesso spessore coi lati di 0^m,17 e 0^m,23; da 48 a 55 franchi le pianelle fregate; da 55 a 60 franchi quelle arrotate su due lati o *a mezza stillatura*; da 60 a 65 franchi quelle arrotate sui quattro lati, o *a tutta stillatura*;

Da 50 a 55 franchi le tegole della lunghezza di 0,42 capaci di sopportare colla loro convessità il peso di 60^{cg}; e da 98 a 92 franchi le grosse tegole lunghe 0^{m},52.

I laterizi per opere murali non aventi forma di parallelepipedo e senza modanature si pagano abitualmente a Torino ed al cantiere dei lavori da 20 a 22 franchi per ogni metro cubo.

256. **Analisi del prezzo dei tubi in terra cotta.** — *Prezzo di 1 tubo in terra cotta dedotto dall'analisi del prezzo di 4 tubi.*

Per acquisto di 4 tubi di terra cotta dai venditori	F. .....
Giornate 0,05 di commesso per la compra e misura a F. .... l'una	» .....
Giornate .... di manovale pel trasporto sul lavoro a F. .... l'una	» .....
Prezzo di 4 tubi in terra cotta	F. .....
Prezzo di 1 tubo	» .....

Il tempo impiegato da un manovale per prendere 4 tubi al magazzino dei venditori e per trasportarli sul luogo del lavoro, si può dedurre supponendo che siano necessarie giornate 0,008 per ogni 100^{m} di distanza di questo da quello.

CAPITOLO IV.

Analisi dei prezzi delle calcine.

257. Il costo di una data calcina dipende: dalla qualità della pietra da cui vien essa estratta; dal luogo in cui questa si cava; dal processo di calcinazione; dalla forma più o meno vantaggiosa dei forni per rapporto al consumo di combustibile; dalla perizia dei fornaciai; dallo sfraso che ha luogo nel trasportarla; e dal modo di conservarla nei depositi.

Nell'istituire i processi d'analisi dei prezzi delle calcine si avrà in mira di dedurre i costi per 1^{mc}: della calcina viva in pezzi alla fornace; della calcina in polvere; delle calcine trasportate sul luogo dell'impiego e della calcina in pasta.

Digitized by Google

258. **Analisi del prezzo della calcina viva alla fornace.** — *Prezzo di 1^{mc} di calcina viva alla fornace, dedotto dall'analisi del prezzo di 10^{mc}.*

Indennità del terreno in cui si cava la pietra da calcina F. .....
Giornate .... di cavapietre per l'estrazione di 11^{mc} di pietra calcare a F. .... l'una » .....
Chilogrammi .... di polvere da mina a F. .... l'uno » .....

Giornate .... di lavorante per iscoprire la cava.
» 0,70 » per lo sgombramento dei massi.
» 2,50 » per la spaccatura.
» 1,20 » pel carico alla cava e per lo scarico presso la fornace.

Giornate .... di lavorante comune a F. .... l'una » .....

Giornate 0,60 di carretta pel carico e scarico.
» .... » pel trasporto di 11^{mc} di pietra dalla cava alla fornace (in ragione di giornate 0,36 per 100^{m} di distanza orizzontale).

Giornate .... di carretta ad un cavallo a F. .... l'una » .....

Giornate 2,50 di fornaciaio pel carico della fornace.
» .... » per la cottura della pietra.
» 2,00 » per lo scarico della fornace.

Giornate .... di fornaciaio a F. .... l'una » .....

.... di ..... impiegat. come combustibile per produrre la cottura a F. .... l'uno » .....
Benefizio dell'industriale, 1/5 delle indicate spese » .....

Prezzo di 10^{mc} o mediamente di 1300^{Mg} F. .....
Prezzo di 1^{mc} » .....
Prezzo di 1^{Mg} » .....

Il numero di giornate di cavapietre per staccare dalla sua sede

natia 11^{mc} di pietra calcare non si può assolutamente precisare: questo numero varia fra limiti assai lontani da un calcare all'altro e, in una stessa cava, da un banco all'altro: il numero 3,75 venne trovato conveniente in alcuni casi.

La quantità di polvere necessaria al distacco di 11^{mc} di pietra calcare, facendo uso delle mine ordinarie, è anche un elemento variabile colla qualità della pietra, colla disposizione dei fori, e per un'infinità di altre minute circostanze: in via approssimativa si può essa fissare di 2^{Cg}.

Il tempo di lavorante comune necessario ad iscoprire la cava, come già altre volte si è notato, è subordinato a circostanze locali che sono ben lungi dal presentarsi egualmente in tutte le cave: in alcune circostanze ordinarie si è trovato sufficientemente esatto di fissarlo a giornate 2,00 per ogni 11^{mc} di pietra calcare.

In quanto alle giornate di fornaciaio destinato alla condotta del fuoco è impossibile dare un dato fisso, imperocchè variano esse colla forma dei forni, colla durezza del calcare, col sistema di calcinazione, colla qualità del combustibile, collo stato igrometrico della pietra; e soltanto si può dire che non si va lungi dal vero fissando che queste giornate stiano fra 2 e 3,50 per ogni 10^{mc} di calcina prodotta.

Elemento anche difficile a valutarsi è la quantità di combustibile necessario ad ottenere 10^{mc} di calcina viva. Come risultati medi di parecchie osservazioni si può ammettere che per la produzione di 1^{mc} di calcina occorrono:

Da 528^{Cg} a 800^{Cg} di legna;
Da 1^{El},25 a 2^{El},75 di carbon fossile;
Da 1^{mc} a 1^{mc},50 di torba.

259. **Analisi del prezzo della calcina in polvere.** — I. *Prezzo di 1^{mc} di calcina comune ridotta in polvere per estinzione spontanea.*

Metri cubi .... di calcina comune viva in pietra a F. .... l'uno F. .....

Giornate 0,05 di manovale per il carico o per lo scarico.
» .... » pel trasporto alla tettoia (in ragione di giornate 0,07 per ogni 100^{m} di distanza orizzontale).

Giornate .... di manovale a F. .... l'una » .....

Da riportare F. .....

Riporto F. .....

Giornate 0,05 di lavorante per distendere la calcina.
» 0,25 » per la vagliatura.

Giornate 0,30 di lavorante capace a F. .... l'una » .....

Giornate 0,05 di manovale pel deposito in casse.
» .... » pel trasporto nei magazzini (in ragione di giornate 0,05 per ogni 100^{m} di distanza orizzontale).

Giornate .... di manovale a F. ..... l'una » .....

Giornate 0,05 di commesso a F ..... l'una » .....
Sfraso 1/100 delle indicate spese » .....
Spesa di casse » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

L'esperienza dimostra che, per avere 1^{mc} di calcina comune in polvere estinta spontaneamente, occorrono da 0^{mc},390 a 0^{mc},570 di calcina in pietra, secondo la maggiore o minore grassezza di quest'ultima.

II. *Prezzo di 1^{mc} di calcina idraulica ridotta in polvere per immersione.*

Metri cubi .... di calcina idraulica in pietra a F. .... l'uno F. .....

Giornate 0,30 di lavorante per ridurre la calcina in piccoli pezzi.
» 0,15 » per empire i canestri.
» 0,15 » per l'immersione a deposito entro casse.

Giornate 0,60 di lavorante capace a F. .... l'una » .....

Giornate .... di manovale pel trasporto nei magazzini (in ragione di giornate 0,05 per 100^{m} di distanza orizzontale). » .....

Da riportare F. .....

Riporto F. .....

Giornate 0,10 di commesso per la sorveglianza a F. .... l'una » .....

Sfraso 1/50 delle indicate spese » .....

Spese di casse » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

Si può ritenere che, per ottenere mediante l'estinzione per immersione 1^{mc} di calcina idraulica in polvere, occorrano da 0^{mc},450 a 0^{mc},930 di calcina in pietra.

260. **Analisi del prezzo della calcina portata sul luogo dell'impiego.** — *Prezzo di 1^{mc} di calcina in pietra portata sul luogo dell'impiego.*

Prezzo di 1^{mc} di calcina in pietra alla fornace F. .....

Giornate 0,01 di commesso per la compera e misura a F. .... l'una » .....

Giornate 0,10 di manovale pel carico alla fornace a F. .... l'una » .....

Giornate 0,075 di carretta pel carico alla fornace.
» .... » pel trasporto sul lavoro (in ragione di giornate 0,025 per 100^{m} di distanza orizzontale).
» 0,025 » per lo scarico.

Giornate .... di carretta a due cavalli a F. .... l'una » .....

Giornate 0,025 di manovale per lo scarico.
» 0,075 » per la misura e stivamento nei depositi.

Giornate 0,100 di manovale a F. .... l'una » .....

Sfraso nel trasporto 1/20 delle indicate spese » .....

Spese di dazio » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

Quando occorra di trasportare la calcina dalla fornace al luogo dell'impiego, non già per trasporto diretto, ma sibbene per trasporto

con più scarichi intermedi, si instituirà l'analisi in conformità dei moduli dati al numero 246 parlando dell'analisi dei prezzi delle pietre naturali.

Le calcine maggiormente usate in Torino sono quelle di Rivara, di Gassino, di Soperga, di Lavriano e di Casale, e si può ritenere che, trasportate in detta città al cantiere dei lavori costino mediamente per ogni miriagramma:

Franchi 0,35 quelle di Rivara, di Gassino e di Soperga;
Franchi 0,42 quella di Lavriano;
Franchi 0,50 quella di Casale.

261. **Analisi del prezzo della calcina pestata.** — *Prezzo di 1^{mc} di calcina comune pestata.*

Metri cubi .... di calcina comune in pietra a F. .... l'uno F. .....

Giornate 0,40 di manovale pel pestamento.
» 0,40 » per la stacciatura.

Giornate 0,80 di manovale a F. .... l'una » .....

Giornate 0,05 di commesso per la sorveglianza » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

Il prodotto che ottiensi pel fatto del pestamento e della stacciatura della calcina in pietra, se non si comprime, presenta generalmente un volume maggiore di quello della calcina che lo ha somministrato, e non si va lungi dal vero ponendo che si possa ottenere 1^{mc} di calcina pestata con 0^{mc},85 di calcina comune in pietra.

262. **Analisi del prezzo della calcina in pasta.** — I. *Prezzo di 1^{mc} di calcina grassa in pasta.*

Metri cubi .... di calcina grassa in pietra a F. .... l'uno F. .....
Giornate 0,50 di lavorante da malta per l'estinzione a F. ..... l'una » .....
Giornate .... di manovale per il trasporto delle materie a F. .... l'una » .....
Giornate 0,10 di commesso per la sorveglianza a F. .... l'una » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

Per avere 1^{mc} di calcina grassa in pasta occorrono da $0^{mc},330$ a $0^{mc},510$ di calcina in pietra.

II. *Prezzo di 1^{mc} di calcina magra in pasta.*

Metri cubi .... di calcina magra in pietra a F. .... l'uno F. ....
Giornate 0,70 di lavorante da malta per l'estinzione a F. .... l'una » .....
Giornate .... di manovale pel trasporto delle materie a F. l'una » .....
Giornate 0,10 di commesso per la sorveglianza a F. .... l'una » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

Per avere 1^{mc} di calcina magra in pasta occorrono da $0^{mc},520$ a $0^{mc},750$ e talvolta fino a 1^{mc} di calcina in pietra.

III. *Prezzo di 1^{mc} di calcina idraulica in pasta.*

Metri cubi .... di calcina idraulica in pietra a F. .... l'uno F. .....
Giornate 1,00 di lavorante da malta per l'estinzione a F. .... l'una » ....
Giornate .... di manovale pel trasporto delle materie a F. .... l'una » .....
Giornate 0,15 di commesso per la sorveglianza a F. .... l'una » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

Per avere 1^{mc} di calcina idraulica in pasta occorrono da $0,^{mc},435$ a $0^{mc},925$ di calcina in pietra.

Le giornate di manovale per il trasporto della calcina in pietra al luogo in cui deve essere estinta si possono mediamente fissare di 0,12 per ogni metro cubo di calcina in pietra e per ogni 100^{m} di distanza orizzontale.

IV. *Prezzo di 1^{mc} di calcina in pasta trasportata sul lavoro.*

Metri cubi 1,00 di calcina in pasta sul lavoro.
» 0,05 di perdita nel trasporto.

Metri cubi 1,05 di calcina in pasta presa nel calcinaio a F. .... l'uno F. .....

Da riportare F. .....

Riporto F. .....

Giornate 0,20 di manovale pel carico.
» 0,10 » per lo scarico.

Giornate 0,30 di manovale a F. .... l'una » .....

Giornate 0,15 di carretta pel carico e per lo scarico.
» 0,20 » pel trasporto (in ragione di giornate 0,03 per 100^{m} di distanza orizzontale).

Giornate .... di carretta ad un cavallo a F. .... l'una » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

La calcina in pasta viene mediamente a costare in Torino, a piè d'opera e per ogni metro cubo:
Franchi 20 quella di Rivara e di Gassino;
Franchi 30 quelle di Soperga e di Lavriano.

CAPITOLO V.

Analisi dei prezzi dei cementi.

263. I procedimenti che si sono tenuti nell'instituire le analisi dei prezzi delle calcine alla fornace, delle calcine preparate e delle calcine trasportate sul luogo dell'impiego, possono servire di guida per analoghe analisi dirette a trovare i pezzi dei cementi quali si estraggono dalla fornace, ridotti in polvere e trasportati sui lavori. Siccome però i cementi sono prodotti industriali che il costruttore sempre trova in commercio e che acquista dai venditori in istato conveniente ai diversi impieghi che possono ricevere nell'arte di fabbricare, credo fuori di proposito l'analisi del prezzo di loro fabbricazione, e reputo sufficiente di dare l'analisi di un cemento qualunque comprato dai venditori e trasportato sul luogo dell'impiego, e di esporre i prezzi dei cementi più accreditati e di uso più frequente.

264. **Analisi del prezzo dei cementi al cantiere dei lavori.** — *Prezzo di un quintale di cemento comperato da un venditore e por-*

Digitized by Google

tato al cantiere dei lavori, dedotto dall'analisi del prezzo di 10 quintali.

Quintali 10,00 di cemento dai venditori a F. .... l'uno F. .....
Giornate 0,01 di commesso per la compera e misura a F. .... l'una » .....

Giornate 0,09 di manovale per mettere il cemento in barili o in sacchi.
» 0,09 » pel carico sulle carrette.
» 0,09 » per lo scarico e deposito al cantiere dei lavori.

Giornate 0,27 di manovale a F. .... l'una » .....

Giornate 0,06 di carretta pel carico e per lo scarico.
» .... » pel trasporto al cantiere dei lavori (in ragione di giornate 0,027 per 100m di distanza orizzontale).

Giornate .... di carretta ad un cavallo a F. .... l'una » .....

Sfraso 1/50 delle indicate spese » .....
Spese di barili o di sacchi » .....
Spese di dazio » .....

Prezzo di 10 quintali F. .....
Prezzo di 1 quintale » .....

Per rapporto al prezzo di 1 quintale de' principali cementi si hanno questi dati:

		Alle officine		*A Parigi*
Cemento bianco grisastro d'Antony .	F.	5,00	F.	6,00
Cemento romano nuovo di Boulogne, di color giallastro	»	3,00	»	4,50
Cemento di Corbigny di color bruno .	»	5,50	»	7,25
Portland naturale di Boulogne . .	»	—	»	8,00
Cemento di Vassy	»	—	»	5,50
Cemento di Poully di colore bruno scuro	»	—	»	7,00

Digitized by Google

Cemento ordinario di Roqueforte .	F.	3,25	F.	—
Cemento grigio di Roqueforte . .	»	6,50	»	—
Cemento detto calce di S. Quintino .	»	—	»	12,00

Il cemento della Valentine si paga a Marsiglia franchi 6,50 o franchi 7,00 o franchi 7,50 al quintale, secondo che trovasi in barili del contenuto di 250^{cg} o di 150^{cg} o di 100^{cg}.

Il cemento della Porte-de-France è quello maggiormente usato presso di noi: costa sul luogo di fabbricazione circa 5 franchi per ogni quintale, ed a Torino si paga da 12 a 14 franchi, secondo che vien provvisto in grande o in piccola quantità.

I prezzi dei cementi variano necessariamente nelle diverse località in ragione delle distanze che esse hanno dal luogo di fabbricazione o dai siti in cui si trovano i grandi depositi, e per le difficoltà di trasporto. I prezzi stabiliti possono essere di qualche aiuto per avere approssimativamente il costo di 1 quintale di una data qualità di cemento in un sito qualunque avente distanza nota dai luoghi in cui detti prezzi si verificano.

265. **Analisi del prezzo della malta di cemento.** — *Prezzo di 1^{dmc} di malta di cemento di Vassy, dedotto dall'analisi del prezzo di 6^{dmc}.*

Decimetri cubi 7,23 di cemento di Vassy appena estratto dai barili a F. .... l'uno F. .....

Giornate 0,01 di muratore pel rimescolamento a F. .... l'una » .....

Giornate .... di bardotto pel trasporto delle materie (in ragione di giornate 0,008 per 100^{m} di distanza orizzontale) » .....

Prezzo di 6^{dmc} F. .....

Prezzo di 1^{dmc} » .....

Digitized by Google

CAPITOLO VI.

Analisi dei prezzi delle pozzolane.

266. Nell'istituire le analisi del prezzo delle pozzolane verranno considerate quelle di uso più frequente, le pozzolane naturali, il coccio e le pozzolane artificiali formate con un composto di calcina grassa e di terra argillosa portata a cottura in apposite fornaci.

Quanto già si disse sul costo d'estrazione delle materie terrose può servire di guida per trovare il prezzo delle pozzolane naturali al luogo d'estrazione e quindi trasportate vuoi al luogo dell'impiego, vuoi in appositi magazzini, nei quali esse si tengono come articoli di commercio da vendersi a chi ne fa ricerca pei bisogni dell'arte edificatoria. Una sola analisi di pozzolana naturale verrà instituita e si supporrà, conformemente a quanto avviene generalmente nella pratica, che debbasi comperare la pozzolana dai venditori e trasportarla quindi al cantiere dei lavori in cui deve essere impiegata.

Per rapporto al coccio, che è forse una delle pozzolane artificiali di uso più frequente, s' instituirà l'analisi tenendo conto del costo delle materie prime che lo somministrano, delle operazioni a cui queste materie vanno assoggettate e delle spese di trasporto al cantiere dei lavori.

Mediante un procedimento avente dell'analogia con quello tenuto per trovare il costo dei laterizi cotti alla fornace, si potrebbe arrivare ad instituire l'analisi per la pozzolana formata di calcina grassa e terra argillosa, se pure, nell' intento di schivare ogni inutile prolissità, non si stimasse sufficiente l'esporre i risultamenti ottenuti al ponte acquedotto di Guétin ed al ponte di Digoin.

267. **Analisi del prezzo delle pozzolane naturali al cantiere dei lavori.** — I. *Prezzo di 1^{mc} o mediamente di 130^{Mg} di pozzolana naturale comperata dai venditori e portata al cantiere dei lavori.*

Metri cubi 1,00 di pozzolana dai venditori a F. ... l'uno F. .....
Giornate 0,01 di commesso per la compra e misura
a F. .... l'una » .....

Da riportare F. .....

Riporto F. .....

Giornate 0,10 di manovale per mettere la pozzolana in casse.
» 0,10 » pel carico sulle carrette.
» 0,10 » per lo scarico e deposito al cantiere dei lavori.

Giornate 0,30 di manovale a F. .... l'una » .....

Giornate 0,07 di carretta pel carico e per lo scarico.
» .... » pel trasporto al cantiere dei lavori (in ragione di giornate 0,029 per ogni 100^{m} di distanza orizzontale).

Giornate .... di carretta ad un cavallo a F. .... l'una » .....

Sfraso nel trasporto 1/50 delle indicate spese » .....
Spese di casse » .....
Spese di dazio » .....

Prezzo di 1^{mc} o 130^{Mg} F. .....
Prezzo di 1^{Mg} » .....

Il prezzo delle pozzolane naturali trasportate al cantiere dei lavori è in Torino da circa franchi 0,35 per ogni miriagramma.

II. *Prezzo di 1^{mc} di pozzolana fina passata allo staccio con rete di 0^{m},002 di lato.*

Metri cubi 1,05 di pozzolana.
» 0,05 pel consumo.

Metri cubi 1,05 di pozzolana a F. .... l'uno F. .....

Giornate 0,40 di lavorante per la stacciatura.
» 0,15 » pel pestamento dei grumi.

Giornate 0,55 di lavorante comune a F. .... l'una » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

268. **Analisi del prezzo del coccio al cantiere dei lavori.** — *Prezzo di 1^{mc} o mediamente di 113^{Mg} di coccio grosso portato al cantiere dei lavori.*

Metri cubi	1,80	di rottami di tegole a F. .... l'uno	F. .....
Giornate	0,01	di commesso per la compra e misura a F. .... l'una	» .....
Giornate	0,50	di lavorante per pulire le tegole.	
»	0,10	» pel carico.	
»	0,04	» per lo scarico.	
Giornate	0,64	di lavorante comune a F. .... l'una	» .....
Giornate	0,06	di carretta pel carico.	
»	....	» pel trasporto dei rottami al cantiere di preparazione del coccio (in ragione di giornate 0,048 per ogni 100^{m} di distanza orizzontale).	
»	0,02	» per lo scarico.	
Giornate	....	di carretta ad un cavallo a F. .... l'una	» .....
Giornate	4,00	di lavorante pel pestamento e vagliatura.	
»	0,10	» pel deposito in casse o in sacchi.	
»	0,10	» pel carico sulle carrette.	
»	0,10	» per lo scarico e deposito nei magazzini.	
Giornate	4,30	di lavorante comune a F. .... l'una	» .....
Giornate	0,07	di carretta pel carico e per lo scarico.	
»	....	» pel trasporto al cantiere dei lavori (in ragione di giornate 0,029 per ogni 100^{m} di distanza orizzontale).	
Giornate	....	di carretta ad un cavallo a F. .... l'una	» .....

Da riportare F. .....

Riporto	F. .....
Sfraso nel trasporto 1/100 delle indicate spese	» .....
Spese di casse o di sacchi	» ....
Spese di dazio	» .....
Prezzo di 1^{mc} o 113 ^{Mg}	F. .....
Prezzo di 1^{Mg}	» .....

269. **Nozioni sul costo della pozzolana artificiale di calcina grassa ed argilla.** — Le osservazioni fatte al ponte acquedotto di Guétin ed al ponte di Digoin hanno dimostrato:

Che pel miscuglio della calcina grassa in pasta colla terra argillosa erano necessari due uomini onde staccare le materie che si attaccavano alle pareti della vasca ed alle ruote;

Che per ogni ora si ottenevano circa 0^{mc},600 di impasto;

Che per mettere in movimento il molino era necessario un cavallo il quale poteva lavorare da 8 a 10 ore al giorno;

Che due uomini potevano confezionare in 12 ore di lavoro da 3000 a 3500 pani di forma triangolare, costituenti da 4^{mc},615 a 5^{mc},384 di pozzolana cruda;

Che nell'estate occorrevano da 7 a 8 giornate di sole per l'essiccamento dei piani;

Che ogni infornata in un forno come quello descritto al numero 100 conteneva circa 7000 pani ossia circa 10^{mc} di pozzolana;

Che era necessaria una giornata per il caricamento della fornace, una giornata e mezzo per la cottura e due giornate e mezzo per il raffreddamento e per lo scarico;

Che una macina del peso di 650^{Cg} a 700^{Cg} sopra una piattaforma formante il fondo di un canale circolare bastava per ridurre in polvere da 2^{mc} a 2^{mc},500 di pozzolana ad ogni 12 ore;

Che a Digoin il prezzo di 1^{mc} di pozzolana fu di 26 franchi, tenendo conto degli acquisti di terreno e di calcina, dei trasporti, della mescolanza, della fabbricazione dei pani, della cottura, della polverizzazione, della somministranza di casse, della manutenzione dei forni, dei maneggi e delle tettoie, del trasporto della pozzolana ai diversi punti della costruzione, delle spese per strumenti, e dei benefizi dell'intraprenditore valutati a franchi 3,4 per ogni metro cubo; e che a Guétin lo stesso prezzo salì a 28 franchi.

Digitized by Google

CAPITOLO VII.

Analisi dei prezzi del gesso.

270. In tutto analoghe sono le operazioni con cui si estraggono le pietre da calce e le pietre da gesso, e non esiste grande diversità fra i procedimenti per convertire quelle in calcina viva e queste in gesso. In vista di questa analogia si crede inutile l'esporre i processi d'analisi per ottenere i costi di 1^{mc} di pietra gessosa e di 1^{mc} di gesso in pietra alla fornace, e solamente si giudica opportuno l'avvertire che, a parità di volume, occorrono per l'estrazione della pietra da gesso circa i 3/4 della polvere da mina necessaria all'estrazione della pietra calcare; che le giornate di operaio per la spaccatura di quella giungono a circa 3/5 delle giornate di operaio occorrenti per la spaccatura di questa; che le giornate di fornaciaio per la cottura del gesso sono meno della metà di quelle da spendersi nella cottura della calcina; e che la quantità di combustibile per portare a cottura 1^{mc} di pietra gessosa può ascendere da 135^{Cg} a 275^{Cg} di legna. Si supporrà adunque di avere il gesso in pietra alla fornace, e si stabiliranno le analisi per averlo sul luogo dell'impiego.

271. **Analisi del prezzo del gesso grossamente stacciato alla fornace.** — *Prezzo di 1^{mc} o mediamente di 125^{Mg} di gesso grossamente stacciato alla fornace.*

Metri cubi 1,00	di gesso in pietra.		
» 0,05	» pel consumo.		
Metri cubi 1,05	di gesso in pietra a F. .... l'uno	F.	
Giornate 3,00	di lavorante pel pestamento e grossa stacciatura.		
» 0,10	» per mettere il gesso in casse o in sacchi.		
Giornate 3,10	di lavorante comune a F. .... l'una	»	
Spese di casse e di sacchi		»	
		Prezzo di 1^{mc} o di 125^{Mg}	F. ....
		Prezzo di 1^{Mg}	» .....

272. **Analisi del prezzo del gesso al cantiere dei lavori.** — I. *Prezzo di 1^{mc}, o mediamente di 125^{Mg} di gesso grossamente stacciato sul luogo dell'impiego.*

Metri cubi	1,00	di gesso grossamente stacciato alla fornace	F. .....
Giornate	0,01	di commesso per la compera a misura a F. .... l'una	» .....
Giornate	0,10	di lavorante pel carico sulle carrette.	
»	0,10	» per lo scarico e deposito al cantiere dei lavori.	
Giornate	0,20	di lavorante comune a F. .... l'una	» .....
Giornate	0,07	di carretta pel carico e per lo scarico.	
»	....	» pel trasporto al cantiere dei lavori (in ragione di giornate 0,029 per ogni 100^{m} di distanza orizzontale).	
Giornate	....	di carretta ad un cavallo a F. .... l'una	» ....
Sfraso nel trasporto 1/100 delle indicate spese			» .....
Spese di dazio			» .....
		Prezzo di 1^{mc} o di 125^{Mg}	F. .....
		Prezzo di 1^{Mg}	» ....

In Torino si adopera il gesso di Moncucco ed il gesso del Moncenisio: il primo costa franchi 0,25 per ogni miriagramma, al cantiere dei lavori; il secondo costa franchi 0,30.

II. *Prezzo di 1^{mc} di gesso fino passsato allo staccio con rete di* 0,002 *di lato.*

Metri cubi	1,00	di gesso grossamente stacciato.	
»	0,05	» pel consumo.	
Metri cubi	1,05	di gesso grossamente stacciato a F. .... l'uno	F. .....
Giornate	0,40	di lavorante per la stacciatura.	
»	0,10	» pel pestamento dei grumi.	
Giornate	0,50	di lavorante comune a F. .... l'una	» .....
		Prezzo di 1^{mc}	F. .....

273. **Analisi del prezzo della malta di gesso.** — *Prezzo di 1^{dmc} di malta di gesso, dedotto dall'analisi del prezzo di 6^{dmc}.*

Decimetri cubi 4,98 di gesso in polvere a F. .... l'uno F. .....
Giornate 0,01 di muratore pel rimescolamento a F. .... l'una » .....
Giornate .... di bardotto pel trasporto delle materie (in ragione di giornate 0,008 per ogni 100^{m} di distanza orizzontale) a F. ..... l'una F. .....

Prezzo di 6^{dmc} F. .....
Prezzo di 1^{dmc} » .....

CAPITOLO VIII.

Analisi dei prezzi delle malte.

274. Conosciuti i costi delle calcine, dei cementi, del gesso, delle sabbie e delle pozzolane al cantiere dei lavori, conosciuta la qualità di malta che vuolsi formare e quindi, in conformità dei precetti dati ai numeri 118, 119, 120 e 121, le proporzioni dei diversi ingredienti che devonsi mescolare, risulta agevole il trovare l'importo di una malta qualunque che sempre risulta dall'aggregato dei costi dei varii componenti, dalle spese per trasportare le materie dal cantiere al luogo di fabbricazione, e da tutte quelle di manipolazione. Per dare alcuni moduli di analisi si considereranno alcune malte fabbricate a braccia d'uomini ed alcune fabbricate con procedimenti meccanici.

275. **Analisi del prezzo delle malte fabbricate a braccia di uomini.** — 1. *Prezzo di 1^{mc} di malta comune composta di 1 parte di calcina comune in pasta e di 2 parti di sabbia.*

Metri cubi 0,42 di calcina comune in pasta a F. .... l'uno F. .....
Metri cubi 0,83 di sabbia a F. .... l'uno » .....

Da riportare F. .....

Riporto F. .....

Giornate 0,06 di lavorante per la misura e preparazione dei mucchi.
» 1,00 » per il rimescolamento delle materie.

Giornate 1,06 di lavorante da malta a F. .... l'una » ....

Giornate 0,09 di manovale pel carico su carrinole e per lo scarico dei componenti della malta.
» ..... » pel trasporto al sito di fabbricazione (in ragione di giornate 0,25 per ogni 100^{m} di distanza orizzontale).

Giornate .... di manovale a F. .... l'una » .....

Giornate 0,03 di commesso per la sorveglianza a F. .... l'una » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

II. *Prezzo di 1^{mc} di malta comune composta di 1 parte in volume di calcina in pasta e di 3 parti di sabbia.*

Metri cubi 0,33 di calcina in pasta a F. .... l'uno F. .....
Metri cubi 1,00 di sabbia a F. .... l'uno » .....

Giornate 0,07 di lavorante per la misura e per la preparazione dell'aiuola.
» 1,20 » per il rimescolamento delle materie.

Giornate 1,27 di lavorante da malta a F. .... l'una » .....

Da riportare F. .....

Riporto F. .....

Giornate 0,10 di manovale pel carico su carriuole e per lo scarico dei componenti della malta.

» .... » pel trasporto al sito di fabbricazione (in ragione 0,26 per ogni 100^{m} di distanza orizzontale).

Giornate .... di manovale a F. .... l'una » .....

Giornate 0,05 di commesso per la sorveglianza a F. .... l'una » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

III. *Prezzo di 1^{mc} di malta idraulica composta di 1 parte in volume di calcina idraulica viva e di 3 parti di sabbia comune.*

Metri cubi 0,25 di calcina idraulica in pietra a F. .... l'uno F. .....

Metri cubi 0,75 di sabbia comune a F. .... l'uno » .....

Giornate 0,03 di lavorante per ridurre in piccoli pezzi la calcina in pietra.

» 0,08 » per la misura e preparazione dei mucchi.

» 0,20 » per estinguere la calcina.

» 1,10 » per rimescolare le materie.

Giornate 1,41 di lavorante da malta a F. .... l'una » .....

Giornate 0,07 di manovale pel carico su carriuole e per lo scarico dei componenti della malta.

» .... » pel trasporto al sito di fabbricazione (in ragione di giornate 0,20 per ogni 100^{m} di distanza orizzontale.

Giornate .... di manovale a F. .... l'una » .....

Da riportare F. .....

Riporto F. .....

Giornate 0,03 di commesso per la sorveglianza a F. .... l'una » .....

Prezzo di 1^{mc} F. ;....

IV. *Prezzo di 1^{mc} di malta vagliata.*

Metri cubi 1,00 di malta passata al vaglio.
» 0,05 per il consumo.

Metri cubi 1,05 di malta non vagliata a F. .... l'uno F. .....

Giornate 0,40 di manovale a F. .... l'una » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

V. *Prezzo di 1^{mc} di malta cementizia composta di 2 parti in volume di calcina in pasta, di 3 parti di sabbia e di 1 parte di coccio.*

Metri cubi 0,40 di calcina in pasta a F. .... l'uno F. .....
Metri cubi 0,60 di sabbia a F. .... l'uno » .....
Metri cubi 0,20 di coccio a F. .... l'uno » .....

Giornate 0,10 di lavorante per la misura e preparazione dell'aiuola.
» 1,20 » per rimescolare le materie.

Giornate 1,30 di lavorante da malta a F. .... l'una » .....

Giornate 0,09 di manovale pel carico su carriuole e lo scarico dei componenti della malta.
» .... » pel trasporto al sito di fabbricazione (in ragione di giornate 0,24 per ogni 100^{m} di distanza orizzontale).

Giornate .... di manovale a F. .... l'una » .....

Giornate 0,05 di commesso per la sorveglianza a F. .... l'una » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

Digitized by Google

VI. *Prezzo di 1^{mc} di malta cementizia composta di 4 parti in volume di calcina idraulica in polvere, di 1 parte di sabbia lavata e di due parti di pozzolana.*

Metri cubi	1,33	di calcina idraulica in polvere a F. .... l'uno	F. .....
Metri cubi	0,33	di sabbia lavata a F. .... l'uno	» .....
Metri cubi	0,67	di pozzolana a F. .... l'uno	» .....
Giornate	0,13	di lavorante per la misura e preparazione dell'aiuola.	
»	1,30	» per il rimescolamento delle materie.	
Giornate	1,43	di lavorante da malta a F. .... l'una	» .....
Giornate	0,17	di manovale pel carico su carriuole e per lo scarico dei componenti della malta.	
»	....	pel trasporto al sito di fabbricazione (in ragione di giornate 0,46 per ogni 100^{m} di distanza orizzontale).	
Giornate	....	di manovale a F. .... l'una	» .....
Giornate	0,05	di commesso per la sorveglianza a F. .... l'una	» .....
		Prezzo di 1^{mc}	F. .....

VII. *Prezzo di 1^{mc} di malta cementizia composta con 1 parte in volume di calcina idraulica in pasta, di 2 parti di sabbia e di 1 parte di coccio.*

Metri cubi	0,35	di calcina idraulica in pasta a F. .... l'uno	F. .....
Metri cubi	0,70	di sabbia a F. .... l'uno	» .....
Metri cubi	0,35	di coccio a F. .... l'uno	» .....
		Da riportare	F. .....

Digitized by Google

Riporto F. .....

Giornate 0,07 di lavorante per misurare i componenti della malta.

» 1,40 » per la manipolazione.

Giornate 1,47 di lavorante da malta a F. .... l'una » .....

Giornate 0,10 di manovale pel carico su carrinole e per lo scarico dei componenti della malta.

» .... » pel trasporto al sito di fabbricazione (in ragione di giornate 0,28 per ogni 100^{m} di distanza orizzontale).

Giornate .... di manovale a F. .... l'una » .....

Giornate 0,05 di commesso per la sorveglianza » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

Nei cantieri ben ordinati gli ingredienti che devono entrare nella composizione delle malte si trovano generalmente disposti presso l'aiuola di fabbricazione, e basta un semplice paleggiamento per gettarli in questa. Quando si verifica tale circostanza le giornate di manovale, senza considerare carico, scarico e trasporto, si possono senza altro fissare di 0,07 per ogni metro cubo delle materie da paleggiarsi.

VIII. *Prezzo di 1^{dmc} di malta cementizia composta di 2 parti di cemento di Vassy preso colla densità che ha nei barili e di 1 parte di sabbia fina, dedotto dall'analisi del prezzo di 6^{dmc}.*

Decimetri cubi 4,81 di cemento di Vassy appena estratto dai barili a F. .... l'uno F. .....

Decimetri cubi 2,00 di sabbia fina a F. .... l'uno » .....

Giornate 0,01 di muratore per il mescolamento delle materie a F. .... l'una » .....

Giornate .... di bardotto pel trasporto delle materie (in ragione di giornate 0,008 per ogni 100^{m} di distanza orizzontale) a F. .... l'una » .....

Prezzo di 6^{dmc} F. .....

Prezzo di 1^{dmc} » .....

IX. *Prezzo di 1^{dmc} di malta bastarda formata con 1 parte in*

volume di malta comune e con 1 parte di gesso in polvere, dedotto dall'analisi del prezzo di 6^{dmc}.

Decimetri cubi 2,75 di malta comune a F. .... l'uno F. .....
Decimetri cubi 2,75 di gesso in polvere a F. .... l'uno » .....
Giornate 0,009 di muratore pel rimescolamento delle materie a F. .... l'una » .....
Giornate .... di bardotto pel trasporto delle materie (in ragione di giornate 0,008 per ogni 100^{m} di distanza orizzontale) a F. .... l'una » .....

Prezzo di 6^{dmc} F. .....
Prezzo di 1^{dmc} » .....

Le malte costano mediamente in Torino e per ogni metro cubo:

Franchi 13 o franchi 15, secondo che la calcina è comune di Rivara e di Gassino o idraulica di Soperga e di Casale, quelle composte di 1 parte in volume di calcina in pasta e di 2 parti di sabbia vuoi del fiume Po, vuoi del torrente Dora;

Franchi 15 o franchi 17 quelle formate colle dette calcine e sabbie, ma con 2 parti di quelle e 3 parti di queste;

Franchi 15 la malta vagliata formata con 2 parti di calcina comune e 3 parti di sabbia;

Franchi 20 la malta cementizia composta di 8 parti di calcina, di 8 di sabbia, di 3 parti di coccio fino e di 1 parte di pozzolana.

276. **Analisi del prezzo delle malte fabbricate con procedimenti meccanici.** — I. *Prezzo di 1^{mc} di malta comune composta di 2 parti di calcina comune in pasta e di 3 parti di sabbia, fabbricata coll'apparecchio di Saint-Léger mosso da due cavalli.*

Metri cubi 0,48 di calcina comune in pasta a F. .... l'uno F. .....
Metri cubi 0,72 di sabbia a F. .... l'uno » .....
Giornate 0,12 di lavorante da malta a F. .... l'una » .....
Giornate 0,09 di manovale pel carico su carriuole e per lo scarico dei componenti della malta.
» .... » pel trasporto al molino (in ragione di giornate 0,24 per 100^{m} di distanza orizzontale).
Giornate .... di manovale a F. .... l'una » .....

Da riportare F. .....

Riporto F. .....

Giornate 0,06 di cavallo per mettere in movimento il maneggio a F. .... l'una » .....

Giornate 0,05 di conduttore dei cavalli a F. .... l'una » .....

Giornate 0,05 di commesso per la sorveglianza a F. .... l'una » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

II. *Prezzo di 1^{mc} di malta idraulica composta di 2 parti in volume di calcina idraulica in pasta e di 5 parti di sabbia, fabbricata con una tinozza di Roger messa in moto da un cavallo.*

Metri cubi 0,29 di calcina idraulica in pasta a F. .... l'uno F. .....

Metri cubi 0,71 di sabbia a F. .... l'uno » .....

Giornate 0,15 di lavorante da malta a F. .... l'una » .....

Giornate 0,07 di manovale pel carico su carriuole e per lo scarico dei componenti della malta.

» .... » pel trasporto al sito di fabbricazione (in ragione di giornate 0,20 per 100^{m} di distanza orizzontale).

Giornate .... di manovale a F. .... l'una » .....

Giornate 0,04 di cavallo a F. .... l'una » .....

Giornate 0,04 di conduttore del cavallo a F. .... l'una » .....

Giornate 0,05 di commesso per la sorveglianza a F. .... l'una » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

III. *Prezzo di 1^{mc} di malta cementizia composta di 2 parti in volume di cemento romano e di 7 parti di sabbia, fabbricata con una macchina di Greveldinger messa in moto da una locomobile della forza di circa mezzo cavallo.*

Metri cubi 0,25 di cemento romano a F. .... l'uno F. .....

Metri cubi 0,77 di sabbia a F. .... l'uno » .....

Giornate 0,20 di lavorante da malta a F. .... l'una » .....

Da riportare F. .....

Riporto F. .....

Giornate 0,07 di manovale pel carico su carriuole e per lo scarico dei componenti della malta.

» .... » pel trasporto al sito di fabbricazione (in ragione di giornate 0,20 per 100^{m} di distanza orizzontale).

Giornate .... di manovale a F. .... l'una » .....

Giornate 0,03 di fuochista a F. .... l'una » .....

Giornate 0,03 di commesso per la sorveglianza a F. .... l'una » .....

Chilogrammi 2,11 di carbone a F. .... l'uno » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

Nel cercare il prezzo di 1^{mc} di malta fabbricata con procedimenti meccanici bisognerebbe anche tener conto di alcune spese giornaliere che richieggono le macchine in movimento, come sono quelle di ingrassi per ungere i perni e di stracci pel pulimento. Queste spese però sono così piccole da potersi affatto trascurare, e l'esperienza dimostra che non scendono quasi mai al di là di franchi 0,04 per ogni metro cubo di malta fabbricata.

277. **Dati pratici sul costo di fabbricazione delle malte.** — Nella fabbricazione della malta a braccia d'uomini si può ammettere che lo stabilimento d'un tavolato sul terreno, che l'interesse del prezzo e che la spesa di mantenimento delle carriuole, delle secchie, ecc., siano mediamente di franchi 30 per annata di 200 giornate di lavoro; che una marra possa servire per fabbricare in un anno 300^{mc} di malta, che l'interesse del prezzo di acquisto e che la spesa di mantenimento ascendano a circa 5 franchi; che le spese per utensili si possano ragionevolmente fissare a franchi 0,12 per ogni metro cubo di malta; e finalmente che il costo della sola fabbricazione di 1^{mc} di malta a braccia d'uomini non possa guari allontanarsi da franchi 2,50.

Un molino di Saint-Léger destinato ad essere mosso da due cavalli costa pel primitivo suo impianto circa franchi 440, ed in una annata di 200 giorni di lavoro può somministrare 5000^{mc} di malta, e non si va lungi dal vero ammettendo: che l'interesse del capitale speso nell'acquisto della macchina e di tutti gli oggetti neces-

sari al suo esercizio, e che le quote di riparazioni e di mantenimento ascendano mediamente e complessivamente alla somma annua di franchi 350; che si approssimi a franchi 5800 la spesa per forza motrice e per uomini necessari a tenere in esercizio la macchina; e che il costo di fabbricazione di 1me di malta non ecceda franchi 1,25. L'esperienza dimostra che nei grandi, cantieri applicando il vapore a mettere in moto i molini a malta, si può ridurre il precedente costo di fabbricazione del 25 per 100 circa.

Una tinozza di Roger può costare circa 1000 franchi; quando è ben costrutta può durare una decina d'anni, e si possono fabbricare 5000me di malta in un'annata di 200 giorni di lavoro. L'interesse annuo del prezzo di compera dell'apparecchio e di tutti gli oggetti necessari al suo servizio, le quote annue di riparazioni e di mantenimento si possono mediamente e complessivamente fissare nella somma di franchi 396; la spesa annua per mantenere in esercizio una tinozza può essere valutata a franchi 4600 o a 4200, secondo che la forza motrice è data da uomini o da un cavallo, e quindi, a franchi 1,00 nel primo caso ed a franchi 0,92 nel secondo, il costo di fabbricazione di 1me di malta. Nei grandi lavori conviene mettere in esercizio più di una tinozza e far uso del vapore come forza motrice: al serbatoio di Passy la malta veniva fabbricata con due tinozze messe in movimento da una locomobile della forza normale di quattro cavalli e, oltre un fuochista per questa, erano applicati due nomini per la misura e pel trasporto della sabbia, due per estrarre la calcina in pasta dal calcinaio e per portarla presso le macchine, ed altri due per mescolare le materie e per porle nell'apparecchio di fabbricazione; si ottenevano sino 50me di malta in ogni giornata di 10 ore di lavoro, e si trovò che il costo di fabbricazione di 1me giungeva appena a franchi 0,80.

I risultati finora ottenuti con una macchina di Greveldinger sembrano dimostrare doversi porre di circa franchi 1,33 il costo di fabbricazione di 1me di malta.

CAPITOLO IX.

Analisi dei prezzi del calcestruzzo.

278. Nello stabilire il prezzo di fabbricazione di 1me di calcestruzzo si procederà analogamente a quanto venne fatto per le malte, ossia

Digitized by Google

si daranno dei moduli d'analisi per il calcestruzzo fabbricato a braccia d'uomini, e per il calcestruzzo fabbricato con processi meccanici, e si terrà conto dell'assieme dei valori dei diversi componenti, delle spese per trasportare i materiali dal cantiere al luogo di fabbricazione del calcestruzzo e di tutte le spese per manipolazione.

279. **Analisi del prezzo del calcestuzzo fabbricato a braccia d'uomini.** — I. *Prezzo di 1^{mc} di calcestruzzo composto di 5 parti in volume di calcina idraulica in pietra, di 15 parti di sabbia comune, di 3 parti di ghiaia della grossezza di una noce e di 7 parti di ciottolini della grossezza di un uovo.*

Metri cubi 0,20 di calcina idraulica in pietra a F. .... l'uno		F. .....
Metri cubi 0,60 di sabbia comune a F. .... l'uno		» .....
Metri cubi 0,12 di ghiaia a F. .... l'uno		» .....
Metri cubi 0,28 di ciottolini a F. .... l'uno		» .....
Giornate 0,02 di lavorante per ridurre la calcina in pezzi.		
» 0,09 » per la misura e formazione dell'aiuola.		
» 0,09 » per l'estinzione della calcina.		
» 1,50 » per il rimescolamento delle materie.		
Giornate 1,70 di lavorante da calcestruzzo a F. .... l'una		» .....
Giornate 0,09 di manovale pel carico su carriuole e per lo scarico dei componenti del calcestruzzo.		
» .... » pel trasporto al sito di fabbricazione (in ragione di giornate 0,24 per ogni 100^{m} di distanza orizzontale).		
Giornate .... di manovale a F. .... l'una		» .....
Giornate 0,03 di commesso per sorvegliare a F. .... l'una		» .....
	Prezzo di 1^{mc}	F. .....

Il calcestruzzo formato con 1 parte in volume di calcina idraulica in pietra, con una parte di sabbia, con una parte di coccio

grosso e con 1 parte di ghiaia spaccata costa in Torino da 18 a 20 franchi per ogni metro cubo.

II. *Prezzo di 1^{mc} di calcestruzzo composto di 0^{mc},520 di malta idraulica e 0^{mc},780 di pietruzze di diversa grossezza, ma tutte minori di 0^{m},05.*

Metri cubi 0,52	di malta idraulica a F. .... l'uno		F. .....
Metri cubi 0,78	di pietruzze a F. .... l'uno		» .....
Giornate 0,09	di lavorante per stratificare le materie.		
» 0,50	» per il rimescolamento.		
Giornate 0,59	di lavorante da calcestruzzo a F. .... l'una		» .....
Giornate 0,09	di manovale pel carico su carriuole e per lo scarico dei componenti del calcestruzzo.		
» 0,06	» per lavare le pietruzze.		
»	» pel trasporto al luogo di fabbricazione (in ragione di giornate 0,26 per 100^{m} di distanza orizzontale).		
Giornate	di manovale a F. .... l'una		» .....
Giornate 0,03	di commesso per sorvegliare a F. .... l'una		» .....
		Prezzo di 1^{mc}	F. .....

280. **Analisi del prezzo del calcestruzzo fabbricato con procedimenti meccanici.** — I. *Prezzo di 1^{mc} di calcestruzzo composto con 0^{mc},550 di malta idraulica e con 0^{mc},770 di pietruzze ineguali di grossezza minore di 0^{m},05, fabbricato con una macchina a cassette.*

Metri cubi 0,55	di malta idraulica a F. .... l'uno		F. .....
Metri cubi 0,77	di pietruzze a F. .... l'uno		» .....
Giornate 0,09	di lavorante per la stratificazione delle materie e per farle venire nella prima cassetta.		
» 0,29	» per il servizio della macchina.		
» 0,06	» per raccogliere il calcestruzzo fabbricato.		
Giornate 0,44	di lavorante da calcestruzzo a F. .... l'una		» .....
		Da riportare	F. .....

Riporto F. .....

Giornate 0,09 di manovale pel carico su carriuole e per lo scarico dei componenti del calcestruzzo.

» 0,06 » per lavare le pietruzze.

» .... » pel trasporto al sito di fabbricazione (in ragione di giornate 0,26 per 100^{m} di distanza orizzontale).

Giornate .... di manovale a F. .... l'una » .....

Giornate 0,02 di commesso per sorvegliare a F. .... l'una » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .. ..

II. *Prezzo di 1^{mc} di calcestruzzo composto con 0^{mc},480 di malta idraulica e con 0^{mc},840 di pietruzze ineguali di grossezza non maggiore di 0^{m},05, fabbricato con una cassa a piani inclinati.*

Metri cubi 0,48 di malta idraulica a F. .... l'uno F. .....

Metri cubi 0,84 di pietruzze a F. .... l'uno » .....

Giornate 0,09 di lavorante per stratificare le materie e per farle venire sul primo piano inclinato.

» 0,06 » per raccogliere il calcestruzzo fabbricato.

Giornate 0,15 di lavorante da calcestruzzo a F. .... l'una » .....

Giornate 0,09 di manovale pel carico su carriuole e per lo scarico dei componenti del calcestruzzo.

» 0,06 » per lavare le pietruzze.

» ..... » pel trasporto al sito di fabbricazione (in ragione di giornate 0,26 per 100^{m} di distanza orizzontale).

Giornate .... di manovale a F. .... l'una » .....

Giornate 0,02 di commesso per sorvegliare a F. .... l'una » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

III. *Prezzo di 1^{mc} di calcestruzzo composto con 0^{mc},450 di malta idraulica e con 0^{mc},900 di pietruzze ineguali di grossezza non maggiore di 0^{m},05, fabbricato coll'apparecchio di Schlosser.*

Metri cubi 0,45	di malta idraulica a F. .... l'uno		F. .....
Metri cubi 0,90	di pietruzze a F. .... l'uno		» .....
Giornate 0,09	di lavorante	per stratificare le materie e per gettarle nell'apparecchio.	
» 0,06	»	per far venire il calcestruzzo fabbricato sui veicoli di trasporto.	
Giornate 0,15	di lavorante da calcestruzzo a F. .... l'una		» .....
Giornate 0,09	di manovale	pel carico su carriuole e per lo scarico dei componenti del calcestruzzo.	
» 0,06	»	per lavare le pietruzze.	
»	»	pel loro trasporto al sito di fabbricazione (in ragione di giornate 0,26 per 100^{m} di distanza orizzontale).	
Giornate	di manovale a F. .... l'una		» .....
Giornate 0,02	di commesso per sorvegliare a F. .... l'una		» .....
		Prezzo di 1^{mc}	F. .....

281. **Dati pratici sul costo di fabbricazione del calcestruzzo.** — Si può ammettere che la spesa pel consumo di utensili, carriuole, secchie, marre, ecc., ascendano a franchi 0,24 per 1^{mc} di calcestruzzo fabbricato a braccia d'uomini con calcina viva, ed a franchi 0,13 per 1^{mc} di calcestruzzo fabbricato con malta già preparata.

Una macchina a cassette costa circa 550 franchi, e può durare almeno 3 anni. L'interesse del capitale speso nell'acquisto della macchina, dei tavolati da stabilirsi a ciascuna delle due estremità, delle carriuole, delle secchie, ecc., e le quote di riparazione e di mantenimento si possono annualmente fissare nella somma di franchi 574; e con dieci uomini per maneggiare le cassette si possono fabbricare circa 35^{mc} di calcestruzzo per ogni giornata di 10 ore di lavoro. Da

Digitized by Google

questi dati si deduce: che in un'annata di 150 giorni di lavoro si possono fabbricare 5250^{mc} di calcestruzzo; e che quindi il costo di 1^{mc} sale a franchi 2,63 quando si porti a franchi 13230 la spesa annua per lavoranti e manovali.

In generale una cassa a piani inclinati, compresa una rampa per portare i materiali all'altezza da poter essere versati nell'apparecchio costa circa franchi 150; la spesa annua per interesse del capitale speso nella compera della macchina, di tavolati, di carriuole, di secchie e di tutti gli oggetti necessari alla fabbricazione del calcestruzzo, e le quote di riparazione e di mantenimento si possono mediamente fissare di franchi 208; e finalmente si può ritenere che con una cassa a piani inclinati delle dimensioni indicate al numero 132 si possono fabbricare 60^{mc} di calcestruzzo per ogni giornata. Risulta dai numeri stabiliti che in un'annata di 150 giorni di lavoro si possono fabbricare 9000^{mc} di calcestruzzo, e che, ponendo di franchi 13230 la spesa annua per lavoranti e manovali, sale a franchi 1,50 il costo di fabbricazione di 1^{mc}.

Un apparecchio di Schlosser delle dimensioni indicate al numero 132 costa circa franchi 200; l'interesse del capitale speso nell'acquisto della macchina e di tutti gli oggetti necessari al suo esercizio, le quote di riparazioni e di mantenimento si possono mediamente e complessivamente fissare di franchi 525; si può ammettere che risulti fattibile di fabbricare 7500^{mc} di calcestruzzo per ogni annata di 150 giorni di lavoro, con una spesa di franchi 10035 per lavoranti e manovali; e finalmente che sia di circa franchi 1,40 il costo di fabbricazione di 1^{mc} di calcestruzzo.

I riferiti risultati dimostrano ad evidenza come la fabbricazione del calcestruzzo a braccia d'uomini sia la più dispendiosa, come la fabbricazione meccanica sia più conveniente, e come l'apparato di Schlosser sia il più economico. La fabbricazione meccanica però torna solamente utile in quelle circostanze in cui si ha bisogno di grande quantità di calcestruzzo, e si può ritenere che in generale è da preferirsi la fabbricazione a braccia d'uomini quando se ne hanno da fabbricare meno di 200^{mc}. Le macchine a cassette sono le meno convenienti, e non si devono mai impiegare nella fabbricazione di meno di 1200^{mc} di calcestruzzo.

Digitized by Google

CAPITOLO X.

Analisi dei prezzi dei mastici e dei composti idrofughi bituminosi.

282. I mastici bituminosi trovansi in commercio già apparecchiati convenientemente ai bisogni del costruttore, e per stabilire la spesa necessaria ad averli sul cantiere dei lavori non bisogna tener conto che del prezzo di compera e delle mercedi dovute ad un commesso e ad un manovale. In quel che segue verrà dato un modulo d'analisi per trovare il costo di un mastice bituminoso comperato dai venditori e trasportato al cantiere dei lavori, e un modulo d'analisi per avere il prezzo di un mastice e di un composto idrofugo bituminoso ridotti in guisa da poter essere messi in opera.

283. **Analisi del prezzo dei mastici bituminosi al cantiere dei lavori.** — *Prezzo di 1 quintale di mastice bituminoso in pani comperato da un venditore e portato al cantiere dei lavori, dedotto dall'analisi del prezzo di 10 quintali.*

Quintali 10 di mastice bituminoso di ..... dai venditori a F. .... l'uno			F. .....
Giornate 0,02 di commesso per la compera a F. .... l'una			» .....
Giornate 0,09 di manovale pel carico sulle carrette.			
» 0,09 » per lo scarico e deposito al cantiere dei lavori.			
Giornate 0,18 di manovale a F. .... l'una			» .....
Giornate 0,06 di carretta pel carico e per lo scarico.			
» .... pel trasporto al cantiere dei lavori (in ragione di giornate 0,028 per ogni 100^{m} di distanza orizzontale).			
Giornate .... di carretta ad un cavallo a F. .... l'una			» .....
Da riportare			F. .....

Riporto	F. .....
Spese di dazio	» .....
Prezzo di 10 quintali	F. .....
Prezzo di 1 quintale	» .....

A Parigi il mastice bituminoso in pani della Val-de-Travers si paga 11 franchi per ogni quintale metrico, 7 franchi l'asfalto in roccia, ed 8 franchi l'asfalto in polvere.

A Torino e sul cantiere dei lavori l'asfalto naturale in pani proveniente dal monte Giura, si paga franchi 18 al quintale, e soltanto franchi 12 l'asfalto artificiale.

234. **Analisi del prezzo dei mastici bituminosi preparati come devono essere messi in opera.** — *Prezzo di 1 quintale di mastice bituminoso ottenuto fondendo assieme 4^{cg} di bitume libero, 58$^{c}_{g}$ di mastice bituminoso in pani e 38^{cg} di sabbia fina.*

Chilogrammi 4 di bitume libero a F. .... l'uno	F. .....
Chilogrammi 58 di mastice bituminoso in pani a F. .... l'uno	» .....
Chilogrammi 38 di sabbia fina a F. .... l'uno	» .....
Consumo nel rimescolamento 1/15 delle indicate spese	» .....
Giornate 0,10 di lavorante per il rimescolamento delle materie a F. .... l'una	» .....
Giornate .... di manovale pel trasporto delle materie sul luogo di preparazione del mastice (in ragione di giornate 0,02 per ogni 100^{m} di distanza orizzontale) a F. .... l'una	» .....
Ettolitri .... di carbone a F. .... l'uno	» .....
Giornate 0,01 di commesso per sorvegliare a F. l'una	» .....
Prezzo di 1 quintale	F. .....

Il costo del bitume libero affinato è in Parigi di 40 franchi per ogni quintale metrico.

Il catrame o bitume minerale di Bastennes e gli altri bitumi naturali che lo eguagliano in bontà, vengono a costare in Torino ed a piè d'opera franchi 70 per ogni quintale, e solamente franchi 21 quello proveniente dalla distillazione del carbon fossile nella formazione del gas.

235. **Analisi del prezzo dei composti idrofughi bituminosi.** — *Prezzo di 1^{cg} di un composto idrofugo bituminoso formato di 8 parti*

di bitume di Seyssel, di 4 parti di olio di lino, di 1 parte di sottoacetato di piombo, di 1 parte di ossido di manganese e di 4 parti di petrolio, dedotto dall'analisi del prezzo di 18^{cg}.

Chilogrammi 8 di bitume di Seyssel a F. .... l'uno	F. .....
Chilogrammi 4 d'olio di lino a F. .... l'uno	» .....
Chilogrammi 1 di sottoacetato di piombo a F. .... l'uno	» .....
Chilogrammi 1 di ossido di maganese a F. .... l'uno	» .....
Chilogrammi 4 di petrolio a F. .... l'uno	» .....
Consumo nel rimescolamento 1/10 delle indicate spese	» .....
Ettolitri .... di carbone a F. .... l'uno	» .....
Giornate 0,02 per il rimescolamento delle materie a F. .... l'una	» .....
Prezzo di 18^{cg}	F. .....
Prezzo di 1^{cg}	» .....

Al sito di fabbricazione la pania marina nera si paga 50 franchi al quintale, e 120 franchi il mastice Macabeo.

CAPITOLO XI.

Analisi dei prezzi dei legnami.

286. Molte circostanze regolano e modificano i prezzi del legnami da costruzione, e fra le principali convien annoverare: la qualità, lo stato, l'abbondanza o la scarsezza del legno che si cerca, lo smercio che si può fare nel paese in cui esso si trova, la distanza dei luoghi di consumazione dalle foreste, i mezzi di trasporto, le dimensioni, la relazione fra i prodotti ed il bisogno. Le analisi verranno instituite nello scopo di trovare il costo non solo del legname greggio, ma anche dei diversi legnami di cui si è tenuto parola ai numeri 170 e 171: ed osservando che le dimensioni dei tronchi hanno qualche influenza sul maggiore o minor tempo necessario a ricavare 1^{mc} di legname squadrato, e che il volume del legname di grosse dimensioni può far variare il prezzo del trasporto riferito al metro cubo, si crede opportuno di uniformarsi ai precetti del Ponza di San Martino e di chiamare: *legname di*

Digitized by Google

2ª *qualità* qualunque pezzo della circonferenza minore di 1m,55, della squadratura minore di 0m,52 e di lunghezza non eccedente gli 8m; *legname di* 1ª *qualità* qualunque pezzo che nella circonferenza, nella squadratura e nella lunghezza eccede le indicate dimensioni.

Si pagano generalmente: a metro cubo i fusti grossi, i fusti squadrati ed i rami; a metri quadrati gli assi e gli asserelli; a metri lineari i listelli, i fastelli e talvolta anche i travicelli; a centinaio le fascine, i fasci di gorre e di ritorte, gli assi ed asserelli provvisti in grande quantità.

287. **Analisi del prezzo del legname greggio al cantiere dei lavori.** — I. *Prezzo di* 1me *di legname greggio preso nel bosco e portato al cantiere dei lavori.*

Metri cubi 1,00 di legname al bosco	F. .....
Pel trasporto dalla selva a B col mezzo di	» .....
Spese di deposito	» .....
Pel trasporto da B a C col mezzo di	» .....
Spese di dazio	» .....
Giornate 1,20 di manovale per formare la catasta	» .....
Interesse pel tempo della stagionatura, ... per 100 delle indicate spese	» .....
Spese di deposito	» .....
Giornate 0,05 di commesso per la compera e misura a F. .... l'una	» .....
Giornate .... di manovale pel carico.	
» .... » per lo scarico e deposito al cantiere dei lavori.	
Giornate .... di manovale a F. .... l'una	» .....
Giornate .... di carretta pel carico e scarico.	
» .... » pel trasporto al cantiere dei lavori (in ragione di giornate 0,026 per ogni 100m di distanza orizzontale).	
Giornate .... di carretta a due cavalli a F. .... l'una	» .....
Prezzo di 1me	F. .....

II. *Prezzo di 1^{mc} di legname greggio preso dai negozianti e portato al cantiere dei lavori.*

Metri cubi 1,00 di legname greggio dai negozianti F. .....
Giornate 0,05 di commesso per la compera e misura a F. .... l'una » .....

Giornate .... di manovale pel carico.
» .... » per lo scarico al cantiere dei lavori.

Giornate .... di manovale a F. .... l'una » .....

Giornate .... di carretta pel carico e scarico.
» .... » pel trasporto al cantiere dei lavori (in ragione di giornate 0,024 per ogni 100^{m} di distanza orizzontale).

Giornate .... di carretta a due cavalli a F. .... l'una » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

Alcune esperienze sembrano avere dimostrato: che occorrono da 0,40 a 0,30 di giornata di manovale pel carico, da 0,12 a 0,10 di giornata per lo scarico, e da 0,15 a 0,10 di giornata di carro per il carico ed il discarico, secondochè trattasi di legnami di 2ª o di 1ª qualità.

288. **Analisi del prezzo del legname squadrato.** — I. *Prezzo di 1^{mc} di legname grossamente squadrato.*

Metri cubi 1,00 di legname squadrato.
» .... » pel consumo.

Metri cubi .... di legname greggio a F. .... l'uno F. .....

Giornate .... di falegname a F. .... l'una » .....

Spese per 1^{mc} di legname grossamente squadrato F. .....
Metri cubi .... di scheggie da vendere a F. .... l'uno » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

Il consumo per ogni metro cubo di legname grossamente squadrato si può assumere da 0,30 a 0,50 di metro cubo, secondo che il fusto costituisce un legname di 2ª o di 1ª qualità. Lo stesso si deve dire della quantità di scheggie che si ricavano.

Il tempo impiegato da un falegname per isquadrare grossamente un fusto e per ricavare 1me di legname squadrato varia pei legni dolci da 1,00 a 1,20 di giornata, e pei legni forti da 1,20 a 1,50, secondo che il legname è di 2ª o di 1ª qualità.

In Torino ed ai cantieri dei lavori si verificano approssimativamente i seguenti prezzi per ogni metro cubo di legname squadrato di quercia e di larice di Susa:

Per le travi lunghe da 6^{m} a 9^{m} coi lati della squadratura fra 0^{m},25 e 0^{m},35, da franchi 100 a 125 se sono di quercia, e da franchi 90 a 100 se sono di larice;

Per le travi lunghe da 4^{m} a 6^{m} coi lati della squadratura fra 0^{m},30 e 0^{m},25, da franchi 90 a 110 se sono di quercia, e da franchi 80 a 90 se sono di larice;

Per le travi lunghe da 3^{m} a 5^{m},50 coi lati della squadratura fra 0^{m},25 e 0^{m},20, da franchi 80 a 100 se sono di quercia, e da franchi 70 a 80 se sono di larice.

II. *Prezzo di 1me di legname tirato a filo vivo.*

Metri cubi 1,00 di legname squadrato a filo vivo.
» .... » pel consumo.

Metri cubi .... di legname greggio a F. .... l'uno F. .....

Giornate .... di falegname a F. .... l'una » .....

Spesa per 1me di legname tirato a filo vivo F. .....
Metri cubi .... di scheggie a F. .... l'uno » .....

Prezzo di 1me F. .....

Il consumo per ogni metro cubo di legname tirato a filo vivo e le scheggie che ne risultano si possono assumere di 0me,60 nei legnami di 2ª qualità o di 0me,80 in quelli di 1ª qualità.

In quanto al tempo impiegato da un falegname per tirare a filo vivo i legnami si può fissare di giornate 2,00 nei legni dolci di 2ª qualità, di giornate 2,75 in quelli forti di 2ª qualità, di giornate 1,75 in quelli dolci di 1ª qualità, e di giornate 2,40 in quelli forti di 1ª qualità.

Digitized by Google

III. *Prezzo di 1^{mc} di legname tirato a spigolo netto.*

Metri cubi 1,00 di legname squadrato a spigolo netto.
» .... » pel consumo.

Metri cubi .... di legname greggio a F. .... l'uno F. .....

Giornate .... di segatore per segnare i tagli e disporre i pezzi sul cavalletto.
» .... » per la mano d'opera.

Giornate .... di segatore comune a F. .... l'una » .....

Spesa per 1^{mc} di legname tirato a spigolo retto F. .....
Metri cubi .... di copponi da vendere a F. .... l'uno » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

Il consumo ed i copponi che risultano tirando un fusto greggio a spigolo netto si possono fissare di 0^{mc},60 nei legnami di 2ª qualità e di 0^{mc},80 in quelli di 1ª qualità.

Il tempo impiegato da un segatore per segnare i tagli e disporre i pezzi sul cavalletto sembra potersi porre di 0,30 di giornata nei legnami di 2ª qualità e di 0,20 di giornata in quelli di 1ª qualità.

Il tempo occorrente per la mano d'opera della segatura varia coll'essenza e colla qualità del legname: nei legni dolci è di giornate 2,00 o di giornate 1,60, secondo che sono essi di 2ª o di 1ª qualità; nei legni forti è di giornate 2,60 o di giornate 2,00 secondo che sono essi di 2ª o di 1ª qualità.

Per le travi di quercia e di larice rossa di Susa tirati a spigolo netto e per ogni metro cubo si verificano approssimativamente in Torino i seguenti prezzi:

Per le travi lunghe da 6^{m} a 9^{m} coi lati della squadratura fra 0^{m},25 e 0^{m},35, da franchi 140 a 155 se sono di quercia, e da franchi 120 a 130 se sono di larice;

Per le travi lunghe da 4^{m} a 6^{m} coi lati della squadratura fra 0^{m},30 e 0^{m},25, da franchi 125 a 145 se sono di quercia, e da franchi 110 a 120 se sono di larice.

289. **Analisi del prezzo dei legnami segati e ridotti a travicelli ed a tavoloni.** — I. *Prezzo di 1^{mc} di legname segato sotto forma di travicelli.*

Digitized by Google

Metri cubi 1,00 di legname segato.
» 0,70 » pel consumo.

Metri cubi 1,70 di legname greggio di 1ª qualità a F. .... l'uno F. .....

Giornate 0,35 di segatore per segnare i tagli e per disporre i pezzi sul cavalletto.
» .... » per la mano d'opera.

Giornate .... di segatore a F. .... l'una » .....

Spesa per 1me di legname segato sotto forma di travicelli F. .....
Metri cubi 0,70 di copponi da vendere a F. .... l'uno » .....

Prezzo di 1me F. .....

Il tempo da impiegarsi nella mano d'opera della segatura è maggiore nei legnami forti che nei legnami dolci; si può stabilire che sia, in questi di giornate 2,40, in quelli di giornate 3,00.

In Torino ed al cantiere dei lavori i travicelli di quercia e di larice rosso di Susa, o anche di larice di Corsica, di Fiandra e di Svezia vengono a costare per ogni metro cubo:

Quelli lunghi da 3^{m} a 4^{m},50 coi lati della squadratura fra 0^{m},15 e 0^{m},20, da franchi 100 a 110 se sono di quercia, e da franchi 90 a 100 se sono di larice;

Quelli lunghi da 3^{m} a 4^{m},50 coi lati della squadratura minori di 0^{m},15, da franchi 105 a 115 se sono di quercia, e da franchi 90 a 100 se sono di larice.

II. *Prezzo di 1me di legname segato sotto forma di tavoloni.*

Metri cubi 1,00 di legname segato.
» 0,25 » pel consumo.

Metri cubi 1,25 di legname greggio di 1ª qualità a F. .... l'uno F. .....

Da riportare F. .....

Riporto F. .....

Giornate 0,40 di segatore per segnare i tagli e per disporre i pezzi sul cavalletto.

» .... » per la mano d'opera.

Giornate .... di segatore a F. .... l'una » .....

Spesa per 1^{mc} di legname segato sotto forma di tavoloni F. .....

Metri cubi 0,25 di copponi da vendere a F. .... l'uno » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

Il tempo impiegato per la mano d'opera della segatura si può mediamente fissare di giornate 3,00 pei legni dolci e di giornate 3,50 pei legni forti.

I tavoloni di quercia a spigoli vivi lunghi da 5^{m} a 4^{m},50 costano in Torino circa 120 franchi al metro cubo.

290. **Analisi del prezzo degli assi e degli asserelli.** — Pei bisogni delle costruzioni gli assi e gli asserelli si sogliono provvedere a centinaio distinguendoli a seconda della loro larghezza in assi ed asserelli di 0^{m},25, di 0^{m},30, di 0^{m},35, ecc.

1. *Prezzo di* 100 *assi della lunghezza di* 3^{m}, *della larghezza di* 0^{m},30 *e dello spessore di* 0^{m},05.

Metri cubi 4,50 di legname ridotto in tavole.

» 0,30 » pel consumo.

Metri cubi 4,80 di legname di 2ª qualità tirato a filo vivo a F. .... l'uno F. .....

Giornate 0,45 di segatore per segnare i tagli e per disporre i pezzi sui cavalletti.

» .... » per la segatura.

» 6,00 » per voltare i fusti e per staccare i pezzi segati.

Giornate .... di segatore a F. .... l'una » .....

Da riportare F. .....

Riporto F. .....

Giornate 0,10 di manovale per l'accatastamento delle tavole a F. .... l'una » .....

Prezzo di 100 assi F. .....

Il tempo impiegato per la mano d'opera della segatura varia secondo che il legno è di essenza forte o di essenza dolce, e secondo il suo grado di essiccamento: nei legni verdi si può ritenere di giornate 22 allorquando sono forti, e di giornate 12 allorquando sono dolci; nei legni secchi questi numeri vanno aumentati e possono anche arrivare, il primo a giornate 40 ed il secondo a giornate 22.

Prendendo l'analisi già stabilita come tipo risulta agevole lo stabilire l'analisi del prezzo di 100 assi di dimensioni diverse, e basta perciò osservare che il numero $4^{mc},50$ esprime il volume del legname che si trova in 100 tavole; che il numero $0^{mc},30$ è il legno che si consumò nel taglio di sega supposto largo $0^{m},004$; che il tempo occorrente alla mano d'opera della segatura è prossimamente nella ragione composta della lunghezza e della larghezza degli assi; e che i numeri 0,45, 6,00 e 0,10, relativi rispettivamente alle giornate di segatore per segnare i tagli e per disporre i pezzi sui cavalletti; alle giornate di segatore per voltare i fusti e per staccare gli assi, e alle giornate di manovale per l'accatastamento, variano pochissimo finchè le travi da segarsi non eccedono le dimensioni ordinarie di 3^{m} di lunghezza per circa $0^{m},30$ di riquadratura.

II. *Prezzo di* 100 *asserelli della lunghezza di* 3^{m}, *della larghezza di* $0^{m},30$ *e dello spessore di* $0^{m},025$.

Metri cubi 2,25 di legname ridotto in tavole.
» 0,33 » pel consumo.

Metri cubi 2,58 di legname di 2ª qualità tirato a filo vivo, a F. .... l'uno F. .....

Giornate 0,20 di segatore per segnare i tagli e per disporre i pezzi sui cavalletti.
» .... » per la segatura.

Giornate .... *Da riportare* F. ....

Giornate .... *Riporto* F. .....
Giornate 4,00 di segatore per voltare i fusti e per staccare i pezzi segati.

Giornate .... di segatore a F. .... l'una » .....

Giornate 0,10 di manovale per l'accatastamento degli asserelli » .....

Prezzo di 100 asserelli F. .....

Per stabilire l'analisi del prezzo di 100 asserelli di dimensioni diverse di quelle indicate in quest'ultima analisi, si deve procedere in modo analogo a quanto venne osservato nell'indicare le norme per stabilire il prezzo di 100 assi.

III. *Analisi del prezzo di* 100 *assi della larghezza di* 0^{m},25 *comperati dai negozianti.*

Numero 100 assi comuni dai negozianti F. .....
Giornate 0,10 di commesso per la compera a F. .... l'una » .....

Giornate 0,40 di manovale pel carico e per lo scarico.
» 0,10 » per l'accatastamento al cantiere dei lavori.

Giornate 0,50 di manovale a F. .... l'una » .....

Giornate 0,10 di carretta pel carico e scarico.
» .... » pel trasporto sul lavoro (in ragione di giornate 0,02 per ogni 100^{m} di distanza orizzontale).

Giornate .... di carretta a due cavalli a F. .... l'una » .....

Prezzo di 100 assi comuni F. .....

In Torino, ai cantieri dei lavori e per ogni metro quadrato, gli assi di 0,05 di grossezza e di larghezza non minore di 0^{m},25 vengono a costare: franchi 2,10 quelli di pioppo e di abete, franchi 3,60 quelli di larice rosso, franchi 4,60 quelli di noce e di quercia; e per ogni mezzo centimetro di diminuzione nella grossezza si diminuiscono rispettivamente gli indicati prezzi di franchi 0,15, 0,30 e 0,40.

Digitized by Google

291. Analisi del prezzo dei listelli. — *Prezzo di 100 listelli comperati dai negozianti, dedotto dall'analisi del prezzo di 400 listelli e di 1200 metri lineari.*

Numero 100 assi comuni dei negozianti, segati ognuno in quattro listelli	F. .....
Giornate 0,10 di commesso per la compera e misura a F. .... l'una	» .....
Giornate 0,40 di manovale pel carico, per lo scarico e accatastamento al cantiere dei lavori a F. .... l'una	» .....
Giornate 0,10 di carretta pel carico e per lo scarico.	
» .... » pel trasporto al cantiere dei lavori (in ragione di giornate 0,020 per ogni 100^{m} di distanza orizzontale).	
Giornate .... di carretta a due cavalli a F. .... l'una	» .....
Prezzo di 400 listelli o 1200 metri lineari	F. .....
Prezzo di 100 listelli o 300 metri lineari	» .....
Prezzo di 1^{m} di listelli	» .....

Si potrebbe anche instituire l'analisi del prezzo di 100 listelli ricavati dalla segatura di tavole fatta sul luogo del lavoro; e si dovrebbe procedere in modo analogo a quello stato indicato per gli assi e per gli asserelli.

In Torino ed a piè d'opera i listelli di pioppo e d'abete di 0^{m},043 di squadratura e lunghi 3^{m} costano franchi 22 per ogni centinaio.

292. Analisi del prezzo dei pali e dei palotti. — I. *Prezzo di 1^{mc} di legname comune per pali, dedotto dall'analisi del prezzo di 3^{mc}.*

Metri cubi 3,00 di bronconi grossi al bosco a F. .... l'uno	F. .....
Giornate 5,00 di lavorante comune pel taglio a F. .... l'una	» .....
Giornate .... di manovale pel trasporto e accatastamento nel bosco	» .....
Benefizio del taglio 1/5 delle indicate spese	» .....
Da riportare	F. .....

Digitized by Google

Riporto F. .....

Giornate 0,10 di commesso per la compra a F. .... l'una » .....

Giornate 0,20 di manovale pel carico e per lo scarico a F. .... l'una » ....

Giornate 0,10 di carretta pel carico e per lo scarico.

» .... » pel trasporto al cantiere dei lavori (in ragione di giornate 0,06 per ogni 100^{m} di distanza orizzontale).

——

Giornate .... di carretta o due cavalli a F. .... l'una » .....

——

Prezzo di 3^{mc} F. .....

Prezzo di 1^{mc} » .....

II. *Prezzo di 1^{mc} di legname comune pei palotti, dedotto dall'analisi del prezzo di 3^{mc}.*

Metri cubi 3,00 di bronconi piccoli al bosco a F. .... l'uno F. .....

Giornate 3,50 di lavorante pel taglio a F. .... l'una » .....

Giornate .... di manovale pel trasporto e accatastamento nel bosco » .....

Benefizio del taglio 1/5 delle indicate spese » .....

Giornate 0,10 di commesso per la compera a F. .... l'una » .....

Giornate 0,16 di manovale pel carico e scarico a F. .... l'una » .....

Giornate 0,08 di carretta pel carico e per lo scarico.

» .... » pel trasporto al cantiere dei lavori (in ragione di giornate 0,05 per ogni 100^{m} di distanza orizzontale).

——

Giornate .... di carretta a due cavalli a F. .... l'una » .....

——

Prezzo di 3^{mc} F. .....

Prezzo di 1^{mc} » .....

Le giornate di manovale pel trasporto e accatastamento del legname nel bosco dipendono dal sito in cui vien fatto l'accatasta-

Digitized by Google

mento e dallo spazio che devono percorrere i legni tagliati per essere collocati in questo sito.

III. *Analisi del prezzo di 100 pali.*

Metri cubi 1,25 di legname comune a F. .... l'uno	F. .....
Giornate 0,25 di lavorante comune a F. .... l'una	» .....
Prezzo di 100 pali	F. .....

IV. *Analisi del prezzo di 100 palotti.*

Metri cubi .... di legname comune a F. .... l'uno	F. .....
Giornate 0,07 di lavorante comune a F. .... l'una	» .....
Prezzo per 100 palotti	F. .....

I palotti si fanno di diverse dimensioni secondo l'uso a cui si vogliono destinare. Si può in media ritenere che occorrano di legname comune: metri cubi 0,03 per 100 palotti lunghi da 0^{m},30 a 0^{m},35 col diametro maggiore di 0^{m},02: metri cubi 0,15 per 100 palotti lunghi da 1^{m},20 a 1^{m},30 colla circonferenza maggiore compresa fra 0^{m},09 e 0^{m},12; metri cubi 0,30 per 100 palotti lunghi 0^{m},80 colla circonferenza al capo maggiore di 0^{m},16 a 0^{m},19; metri cubi 0,45 per 100 palotti lunghi da 1^{m},30 a 1^{m},40 colla circonferenza di almeno 0^{m},16 all'estremità più grossa.

293. **Analisi del prezzo dei rami, delle ritorte, delle gorre, delle fascine e dei fastelli.** — I. *Prezzo di 1^{mc} o stero di rami legati a fasci, dedotto dall'analisi del prezzo di 9^{mc}.*

Metri cubi 9,00 di rami al bosco a F. .... l'uno	F. .....
Giornate 1,00 di lavorante pel taglio e per la legatura a F. .... l'una	» .....
Giornate .... di manovale pel trasporto e accatastamento nel bosco a F. .... l'una	» .....
Beneficio di taglio 1/5 delle indicate spese	» .....
Giornate 0,05 di commesso per la compera e misura a F. .... l'una	» .....
Giornate 0,04 di manovale pel carico al bosco.	
» 0,06 » per lo scarico al cantiere dei lavori.	
Giornate 0,10 di manovale a F. .... l'una	» .....
Da riportare	F. .....

Riporto F. .....

Giornate 0,05 di carretta pel carico e scarico.
» .... » pel trasporto al cantiere dei lavori (in ragione di giornate 0,18 per ogni 100^{m} di distanza orizzontale).

Giornate .... di carretta a due cavalli a F. ..... l'una » .....

Prezzo di 9^{mc} F. .....
Prezzo di 1^{mc} » .....

II. *Prezzo di* 100 *fasci di cinquanta ritorte caduno.*

Numero 100 fasci di cinquanta ritorte al bosco a F. .... l'uno F. .....
Giornate .... di lavorante comune pel taglio e per la legatura a F. .... l'una » .....
Giornate .... di manovale per il trasporto e per l'accatastamento nel bosco a F. .... l'una » .....
Beneficio di taglio 1/5 delle indicate spese » .....
Giornate 0,01 di commesso per la compera o misura a F. .... l'una » .....

Giornate .... di manovale pel carico e per lo scarico.
» .... » per l'accatastamento al cantiere dei lavori.

Giornate .... di manovale a F. .... l'una » .....

Giornate .... di carretta pel carico e per lo scarico.
» .... » pel trasporto al cantiere dei lavori.

Giornate .... di carretta a due cavalli a F. .... l'una » .....

Prezzo di 100 fasci F. .....
Prezzo di 1 fascio » .....

Chiamando *ritorte piccole* quelle la cui lunghezza è compresa fra 0^{m},5 e 1^{m} e la cui circonferenza al capo grosso oscilla fra 0^{m},02 e 0^{m},04, *ritorte mezzane* quelle che hanno la lunghezza fra 1^{m} e 2^{m} e la circonferenza maggiore fra 0^{m},03 e 0^{m},05, e *ri-*

Digitized by Google

torte grosse quelle altre che hanno lunghezza fra 2ᵐ e 3ᵐ, e circonferenza massima fra 0ᵐ,04 e 0ᵐ,06 si possono ritenere i seguenti dati:

	Per le ritorte		
	grosse	mezzane	piccole
Giornate di lavorante pel taglio e legatura	1,20	1,50	1,80
» di manovale pel carico e scarico	0,015	0,020	0,025
» di manovale per l'accatastamento al cantiere dei lavori	0,03	0,04	0,05
» di carretta pel carico e scarico	0,015	0,020	0,025
» di carretta pel trasporto a 100ᵐ di distanza orizzontale	0,006	0,020	0,050

III. *Prezzo di 100 fasci di venticinque gorre caduno.*

Numero 100 fasci di venticinque gorre al bosco a F. .... l'uno F. .....

Numero .... fasci di ritorte per la legatura.
» .... » pel consumo.

Numero .... fasci di ritorte a F. .... l'uno » .....

Giornate .... di lavorante comune pel taglio e per la legatura a F. .... l'una » .....
Giornate .... di manovale per il trasporto e per l'accatastamento nel bosco a F. .... l'una » .....
Beneficio di taglio 1/5 delle indicate spese » .....
Giornate 0,10 di commesso per la compera e misura a F. .... l'una » .....

Giornate .... di manovale pel carico e per lo scarico.
» .... » per l'accatastamento al cantiere dei lavori.

Giornate .... di manovale a F. .... l'una » .....

Da riportare F. .....

Riporto F. .....

Giornate .... di carretta pel carico e per lo scarico.
» .... » pel trasporto al cantiere dei lavori.

Giornate .... di carretta a due cavalli a F. .... l'una » .....

Prezzo di 100 fasci F. .....
Prezzo di 1 fascio » .....

Se si chiamano *gorre piccole* quelle di lunghezza compresa fra 2m,6 e 3m,3 e di diametro massimo fra 0m,03 e 0m,05, *gorre mezzane* quelle lunghe da 2m,6 a 4m,5 col diametro variabile fra 0m,06 e 0m,07, e *gorre grosse* quelle lunghe da 4m,5 a 5m col diametro di 0m,09 a 0m,1, si può ammettere che occorrano:

	Per le gorre		
	piccole	mezzane	grosse
Fasci di ritorte per la legatura . .	4	4	6
» pel consumo . . .	0,4	0,4	0,6
Giornate di lavorante pel taglio e legatura	1,5	2,0	2,5
» di manovale pel carico e scarico	0,10	0,15	0,20
» di manovale per l'accatastamento	0,07	0,08	0,10
» di carretta pel carico e per lo scarico	0,05	0,08	0,10
» di carretta pel trasporto a 100m di distanza orizzontale	0,15	0,50	0,75

IV. *Prezzo di* 100 *fascine.*

Metri cubi .... di rami a F. .... l'uno F. .....

Numero .... fasci di ritorte per la legatura.
» .... » pel consumo.

Numero .... fasci di ritorte a F. .... l'uno » .....

Giornate .... di lavorante comune per la formazione delle fascine a F. .... l'una » .....

Prezzo di 100 fascine F. .....
Prezzo di una fascina » .....

Si distingueranno le fascine in *piccole*, *mezzane* e *grosse*. e saranno riputate: fascine piccole quelle di 2^m di lunghezza con 0^m,3 di circonferenza al capo maggiore e 0^m,25 al capo minore; fascine mezzane quelle di 2^m,50 a 3^m di lunghezza con la circonferenza al capo maggiore di 0^m,45 a 0^m,50 e colla circonferenza al capo piccolo di 0^m,25; fascine grosse quelle che hanno 4^m di lunghezza e le circonferenze massima e minima rispettivamente variabili da 0^m,95 a 1^m e da 0^m,25 a 0^m,30. Occorrono mediamente per ogni centinaio:

	Di fascine		
	piccole	mezzane	grosse
Metri cubi di rami	1,2	3,7	14
Fasci di ritorte piccole per la legatura	10	—	—
» di ritorte piccole pel consumo	1	—	—
» di ritorte mezzane per la legatura	—	4	8
» di ritorte mezzane pel consumo	—	0,4	0,8
Giornate di lavorante per formare le fascine	1,5	2,0	3,6

V. *Prezzo di 1^m lineare di fastelli, dedotto dall'analisi del prezzo di 100^m.*

Numero .... di fascine mezzane a F. .... l'una F. .....
Numero .... di fasci di ritorte grosse a F. .... l'uno » .....
Giornate .... di lavorante capace per la formazione dei fastelli a F. .... l'una » .....

Prezzo di 100^m F. .....
Prezzo di 1^m » .....

Quei fastelli la cui circonferenza non eccede i 0^m,66 si dicono *comuni*, e si chiamano *grossi* quegli altri la cui circonferenza è di 1^m. Si può ritenere che occorrano mediamente per ogni 10 metri lineari:

	Di fastelli	
	comuni	grossi
Fascine mezzane	10	22
Fasci di ritorte mezzane	7	—
» grosse	—	7
Giornate di lavorante capace	3,25	6,50

Digitized by Google

Le giornate di lavorante pel trasporto ed accatastamento nel bosco dei rami, dei fasci di ritorte e di gorre costituiscono un elemento variabilissimo colle circostanze locali e collo stato del bosco in cui si eseguisce il taglio, e che solamente con pratiche osservazioni si può approssimativamente determinare in ogni caso.

294. **Analisi del prezzo dei legnami tagliati per opere speciali.** — I. *Prezzo di 1^{mc} di legname in pezzi da unirsi con connessioni comuni.*

Metri cubi 1,00 di legname tagliato.
» .... » pel consumo nel taglio.

Metri cubi .... di legname a F. .... l'uno F. .....

Giornate .... di falegname per cappare, numerare ed ordinare i pezzi a F. .... l'una » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

Il quantitativo di legname pel consumo nel taglio si può mediamente fissare di 0^{mc},050 nei legni di 2ª qualità, e di 0^{mc},033 nei legni di 1ª qualità.

Le giornate di falegname per cappare, numerare ed ordinare i pezzi si possono assumere di 0,15 pei legnami di 2ª qualità, e di 0,10 per quelli di 1ª qualità.

II. *Prezzo di 1^{mc} di legname in pezzi da unirsi con connessioni semplici e con connessioni composte.*

Metri cubi 1,00 di legname tagliato.
» .... » pel consumo nel taglio.

Metri cubi .... di legname a F. .... l'uno F. .....

Giornate .... di falegname per cappare il legname e segnarvi i tagli.
» .... » pel taglio e per l'unione dei membri in prova.
» .... » per numerare ed ordinare i pezzi.

Giornate di falegname a F. .... l'una » .....

Da riportare F. .....

Riporto F. .....
Spesa per 1^{mc} di legname » .....
Metri cubi .... di copponi da vendere a F. .... l'uno » .....

Prezzo di 1^{mc} F. .....

Il consumo di legno nel taglio ed il volume dei copponi si possono assumere:

Metri cubi 0,15 nei legnami di 2ª qualità con connessioni semplici;
» 0,10 » 1ª » »
» 0,20 » 2ª » con connessioni composte;
» 0,15 » 1ª » »

Il tempo per cappare i legni e segnarvi i tagli si può fissare:
Giornate 0,25 pei legnami di 2ª qualità con connessioni semplici;
» 0,20 » 1ª » »
» 0,30 » 2ª » con connessioni composte;
» 0,25 » 1ª » »

Per il taglio e per l'unione dei membri in prova occorrono:
Giornate 1,00 pei legnami dolci di 2ª qualità con unioni semplici:
» 0,70 » 1ª » »
» 1,25 pei legnami forti di 2ª » »
» 0,85 » 1ª » »
» 1,20 pei legnami dolci di 2ª » con unioni composte;
» 1,00 » 1ª » »
» 1,50 pei legnami forti di 2ª » »
» 1,20 » 1ª » »

Il tempo necessario a numerare ed ordinare i pezzi si può ritenere:
Giornate 0,15 pei legnami di 2ª qualità con connessioni semplici;
» 0,10 » 1ª » »
» 0,50 » 2ª » con connessioni composte;
» 0,35 » 1ª » »

295. **Analisi del prezzo del piallamento.** — Il piallamento dei legnami viene pagato a metri quadrati, ed il processo d'analisi è il seguente:

Giornate .... di legnaiuolo a F. .... l'una F. .....

L'esperienza ha dimostrato che mediamente occorrono: giornate 0,10 di legnaiuolo per il piallamento di 1^{mq} di legname dolce, e

giornate 0,12 per il piallamento di un'egual estensione superficiale di legname forte.

CAPITOLO XII.

Analisi dei prezzi dei metalli.

296. I metalli, che allo stato di spranghe, di lamiere e di fili, i chiodi, le cavigliette e le caviglie, le viti, la ghisa modellata e tutti gli articoli metallici che si trovano in commercio per essere impiegati nelle costruzioni si contrattano e si pagano a peso: la compera si fa presso i venditori, ed il prezzo unitario si stabilisce tenendo conto del costo dei materiali presso i venditori, della mercede dovuta ad un commesso per la compera e delle spese di trasporto. Dovendosi trovare il prezzo di qualche lega da farsi al cantiere dei lavori o di qualche metallo che prima dell'impiego deve essere convenientemente foggiato, al costo dei componenti o del metallo greggio bisognerà aggiungere quello della lavoratura.

297. **Analisi del prezzo dei metalli quali si comperano dai venditori.** — I. *Prezzo di 1^{Cg} di ..... comperat. in piccola quantità da un venditore e trasportat. al cantiere dei lavori, dedotto dall'analisi del prezzo di 10^{Cg}.*

Chilogrammi 10,00 di ..... dai venditori a F. .... l'uno F. .....
Giornate 0,05 di commesso per la compera a F. .... l'una » .....
Giornate .... di manovale per il trasporto (in ragione di giornate 0,01 per ogni 100^{m} di distanza orizzontale) a F. .... l'una » .....

Prezzo di 10^{Cg} F. .....
Prezzo di 1^{Cg} » .....

II. *Prezzo di 1^{Mg} di ..... comperat. da un venditore e trasportat. con carretta a due cavalli al cantiere dei lavori, dedotto dall'analisi del prezzo di 140^{Mg}.*

Miriagrammi 140,00 di ..... dai venditori a F. .... l'uno F. .....
Giornate 0,15 di commesso per la compera a F. .... l'una » .....

Da riportare F. .....

Riporto F. .....

Giornate 0,18 di manovale pel carico.
» 0,18 » per lo scarico e deposito al cantiere dei lavori.

Giornate 0,36 di manovale a F. .... l'una » .....

Giornate 0,15 di carretta pel carico e per lo scarico.
» .... » pel trasporto al cantiere dei lavori (in ragione di giornate 0,05 per ogni 100^{m} di distanza orizzontale).

Giornate .... di carretta a due cavalli a F. .... l'una » .....

Prezzo di 140^{Mg} F. .....
Prezzo di 1^{Mg} » .....

In Torino i metalli vengono a costare al cantiere dei lavori e per ogni miriagramma:

Franchi 5,60 le verghe tonde e quadre delle ferriere d'Aosta, e franchi 5 quelle di ferro inglese di prima qualità;

Franchi 9 le lastre in ferro di Savoia, e franchi 7,50 quelle di ferro inglese;

Franchi 12,50 le lastre in ferro inglese galvanizzate o zincate;

Franchi 5,50 la lamiera di ferro ricotto;

Franchi 12 i fili di ferro di Francia crudi e ricotti;

Franchi 8 i chiodi di ferro d'Aosta, franchi 9 i chiodini, e franchi 15 le brocche;

Franchi 7,50 le caviglie;

Franchi 16 le viti da legno;

Franchi 3,50 o franchi 4,50 la ghisa d'Aosta secondo che è modellata in pezzi eccedenti il peso di 20 miriagrammi o in pezzi pesanti meno di 5 miriagrammi, in tubi, in sifoni, in condotti, ecc., e da franchi 3 a franchi 4 quella inglese;

Franchi 9,50 il zinco in pane, e franchi 11 quello lavorato in lastre;

Franchi 40 il rame in lastre o in fili;

Franchi 32 lo stagno in pane, e franchi 36 quello fino inglese in verghe;

Franchi 7 il piombo in pani, e franchi 8,50 quello lavorato in lastre o in tubi;

Franchi 40 il bronzo da cannone;

Franchi 35 l'ottone in lastra o in fili.

Digitized by Google

La latta pagasi a fogli, e ciascun foglio costa in Torino:

Franchi 0,25 per la latta semplice di 0m,25 per 0m,35, e franchi 0,30 per quella doppia delle stesse dimensioni;

Franchi 0,60 per il tolone semplice di 0m,32 per 0m,43, e franchi 0,70 quello doppio di eguali dimensioni.

298. **Analisi del prezzo dei ferramenti preparati per essere impiegati nelle costruzioni.** — *Prezzo di 1Mq di ferramenti.*

Miriagrammi 1,00 di ferro lavorato.
» .... » per il consumo.

Miriagrammi .... di ferro greggio a F. .... l'uno F. .....

Giornate .... di ferraio per la mano d'opera a F. .... l'una » .....
Giornate .... di garzone per la mano d'opera a F. .... l'una » .....
Ettolitri .... di carbone comune a F. .... l'uno » .....

Prezzo di 1Mq F. .....

A seconda del maggiore o minore grado di lavoro che devono ricevere i ferramenti varia il consumo di ferro greggio, il consumo di carbone ed il tempo impiegato dal ferraio e dal garzone per averli con forme adatte all'impiego che devono ricevere, ed in pratica si è creduto opportuno di dividere i ferramenti in *grossi* ed in *minuti*, e di distinguere i primi in sette generi ed i secondi in due specie.

Si chiamano *ferramenti grossi del primo genere* quegli oggetti in verghe od in lame che non esigono altro lavoro fuorchè quello di essere tagliati alle due estremità collo scarpello; *ferramenti grossi del secondo genere* i pezzi del peso maggiore di 10Cg e che richiedono solo qualche saldatura o qualche riduzione alle estremità, quali sono i tiranti, le grosse spranghe ed altri oggetti simili; *ferramenti grossi del terzo genere* quei pezzi che richiedono la stessa quantità di lavoro precedentemente accennata, oppure pochi buchi a qualche inginocchiatura, e che hanno dimensioni mediocri in modo da essere il loro peso minore di 10Cg, come sono le *leghe*, gli *arpesi*, le *spranghe comuni*, le *puntazze*, le *ringhiere*, i *cancelli semplici*, le *chiavarde con feritoie*, le *grosse bandelle*, i *modiglioni*, ecc.; *ferramenti grossi del quarto genere* i pezzi vitati alle estremità o bolliti per intiero, o bolliti in molti punti, o che esigono molto lavoro per saldature, buchi ed inginocchiature, e tali sono le *chiavarde vitate*, le *bandelle mezzane*, i *grossi cardini*, le *mensole*, i *ferri di*

Digitized by Google

commessioni per ferrate, i *cancelli*, le *ringhiere*, le *balconate composte; ferramenti grossi del quinto, del sesto e del settimo genere* tutti quegli oggetti di ferro, che oltre ai lavori già indicati, devono essere tirati a *levigatura grossa, mezzana e fina* colla lima bastarda o di taglio grosso, colla lima mezzo-bastarda o di taglio mezzano e colla lima fina.

I ferramenti minuti della prima specie comprendono generalmente le chiavardette con feritoia, le *alie piane* ed *inginocchiate*, le *piccole bandelle*, i *cardini comuni*, le *piastrelle* d'ogni genere, i *catenacci*, i *chiavistelli* più lunghi di 0m,50, le *laminette da gronde*, i *collari per docce*, ecc. I *ferramenti minuti della seconda specie* abbracciano le *chiavardette vitate*, i *chiavistelli* lunghi meno di 0m,50, le *cerniere piccole*, le *parpaglie*, ecc.

Come risultati medii di parecchie osservazioni si può ritenere che occorrono:

Per consumo di ferro greggio,

Miriagrammi	0,01	nei grossi ferramenti	di 1° genere,
»	0,03	»	di 2° genere,
»	0,08	»	di 3° genere,
»	0,10	»	di 4° genere,
»	0,12	»	di 5° genere,
»	0,16	»	di 6° genere,
»	0,20	»	di 7° genere,
»	0,275	nei minuti ferramenti	di 1° specie,
»	0,330	»	di 2° specie:

Per consumo di carbone,

Ettolitri	0,00	nei grossi ferramenti	di 1° genere,
»	0,20	»	di 2° genere,
»	0,60	»	di 3° genere,
»	1,00	»	di 4° genere,
»	1,00	»	di 5° genere,
»	1,00	»	di 6° genere,
»	1,00	»	di 7° genere,
»	1,50	nei minuti ferramenti	di 1° specie,
»	1,00	»	di 2° specie;

In tempo di ferraio,

Giornate	0,05	nei grossi ferramenti	di 1° genere,
»	0,10	»	di 2° genere,
»	0,40	»	di 3° genere,
»	0,70	»	di 4° genere,

Digitized by Google

Giornate 1,00 nei grossi ferramenti di 5° genere,
» 1,20 » di 6° genere,
» 1,50 » di 7° genere,
» 1,90 nei minuti ferramenti di 1ª specie,
» 2,40 » di 2ª specie;

In tempo di garzone,

Giornate 0,05 nei grossi ferramenti di 1° genere,
» 0,10 » di 2° genere,
» 0,40 » di 3° genere,
» 0,70 » di 4° genere,
» 1,00 » di 5° genere,
» 1,20 » di 6° genere,
» 1,50 » di 7° genere,
» 0,90 nei minuti ferramenti di 1ª specie,
» 1,20 » di 2ª specie.

299. **Analisi del prezzo degli oggetti in bronzo e degli oggetti in ottone.** — I. *Prezzo di 1^{Mg} di bronzo o di ottone modellato.*

Miriagrammi 1,00 di bronzo modellato o di ottone modellato.
» 0,15 » pel consumo.

Miriagrammi 1,15 di bronzo in pane a F. .... l'uno F. .....

Giornate .... di fonditore per preparare gli stampi.
» .... » pel getto.
» .... » pel colo.

Giornate .... di fonditore a F. .... l'una » .....

Giornate .... di garzone a F. .... l'una » .....
Ettolitri .... di carbone comune » .....
Spese per fornelli, crogiuoli, stampi e terra, ecc.,
.... delle indicate spese » .....

Prezzo di 1^{Mg} F. .....

Tutti gli elementi che non vennero dati in quest'analisi variano colla grossezza dei pezzi di bronzo o di ottone che si vogliono comporre, e si può mediamente ritenere che occorrono:

pel bronzo e per l'ottone modellati in pezzi pesanti da 1^{Cg} a 5^{Cg},
Giornate 0,25 di fonditore per preparare gli stampi,
» 0,20 » pel getto,

Giornate 0,30 di fonditore pel colo,
» 0,60 di garzone,
Ettolitri 8,75 di carbone,
1/14 per spese di fornelli, crogiuoli, terra, ecc.;

pel bronzo e per l'ottone modellati in pezzi pesanti meno di 1^{Cg},
Giornate 1,00 di fonditore per preparare gli stampi,
» 0,20 » pel getto,
» 0,50 » pel colo,
Ettolitri 8,75 di carbone,
1/10 per spese di fornelli, crogiuoli, terra, ecc.

II. *Prezzo di 1^{Mg} di bronzo o di ottone lavorato.*

Miriagrammi 1,00 di bronzo o di ottone lavorato.
» .... » pel consumo.

Miriagrammi .... di bronzo o di ottone modellato a F. .... l'uno F. .....

Giornate .... di ottonaio a F. .... l'una » .....
Giornate .... di garzone a F. .... l'una » .....

Prezzo di 1^{Mg} F. .....

Come risultamenti medii di molte osservazioni si è ottenuto: pel bronzo e per l'ottone in pezzi pesanti più di 5^{Cg},
Miriagrammi 0,03 pel consumo,
Giornate 0,25 di ottonaio,
» 0,30 di garzone;

pel bronzo e per l'ottone in pezzi pesanti da 1^{Cg} a 5^{Cg},
Miriagrammi 0,20 pel consumo,
Giornate 2,20 di ottonaio,
» 0,30 di garzone:

pel bronzo e per l'ottone in pezzi pesanti meno di 1^{Cg},
Miriagrammi 0,25 pel consumo,
Giornate 4,40 di ottonaio,
» 0,60 di garzone.

300. **Analisi del prezzo delle leghe metalliche.** — *Prezzo di 1^{Cg} di saldatura formata con piombo e stagno nelle proporzioni indicate al numero 210, dedotto dall'analisi del prezzo di 10^{Cg}.*

Chilogrammi 3,40 di piombo in pane a F. .... l'uno F. .....
Chilogrammi 6,60 di stagno in pane a F. .... l'uno » .....
Ettolitri 0,15 di carbone comune a F. .... l'uno » .....
Giornate 0,25 di operaio a F. .... l'una » .....

Prezzo di 10cg F. .....
Prezzo di 1cg » .....

CAPITOLO XIII.

Analisi dei prezzi delle vernici e delle tinte.

301. Nell'instituire l'analisi dei prezzi delle vernici e delle tinte si terrà l'ordine seguente: si cercherà qual è il costo per ogni unità di misura di tutte quelle sostanze che si adoperano come dissolventi nella composizione delle vernici, degli olii e della colla da impiegarsi nelle tinte, tenendo conto delle spese per provviste e per preparazioni, quando ne abbisognano; si dedurranno i prezzi definitivi di alcune vernici; si troveranno i prezzi dei colori già preparati alla confezione delle tinte; e finalmente si passerà a cercare il costo delle principali tinte. Si può ritenere come regola generale che suolsi misurare e pagare a litro l'alcoole, e che invece gli olii, le essenze, la colla, le vernici, i colori e le tinte si misurano e si pagano a chilogramma, eccezione fatta del latte di calce, il cui costo suolsi stabilire per ogni litro.

302. **Analisi dei prezzi dell'alcoole, degli olii, dell'essenza e della colla.** — I. *Prezzo di 1 litro d'alcoole con essenza rettificata di cedro.*

Litri 0,625 d'alcoole a F. .... l'uno F. .....
Chilogrammi 0,30 d'essenza rettificata di cedro a F. .... l'uno » .....

Prezzo di un litro F. .....

II. *Prezzo di 1^{Cg} d'olio cotto dedotto dall'analisi del prezzo di 10^{Cg}.*

Chilogrammi 10,25 d'olio di lino a F. .... l'uno	F. .....
Chilogrammi 0,63 di litargirio a F. .... l'uno	» .....
Chilogrammi 0,32 di copparosa a F. .... l'uno	» .....
Ettolitri 0,20 di carbone comune a F. .... l'uno	» .....
Giornate 0,15 di garzone a F. .... l'una	» .....
Prezzo di 10^{Cg}	F. .....
Prezzo di 1^{Cg}	» .....

III. *Prezzo di 1^{Cg} d'olio seccativo dedotto dall'analisi del prezzo di 5^{Cg}.*

Chilogrammi 4,46 d'olio di lino a F. .... l'uno	F. .....
Chilogrammi 0,27 di litargirio a F. .... l'uno	» .....
Chilogrammi 0,27 di cerussa a F. .... l'uno	» .....
Chilogrammi 0,26 di terra d'ombra a F. .... l'uno	» .....
Chilogrammi 0,36 di talco calcinato a F. .... l'uno	» .....
Ettolitri 0,22 di carbone comune a F. .... l'uno	» .....
Giornate 0,18 di garzone a F. .... l'una	» .....
Prezzo di 5^{Cg}	F. .....
Prezzo di 1^{Cg}	» .....

IV. *Prezzo di 1^{Cg} di colla liquida.*

Chilogrammi 0,20 di colla greggia dai venditori a F. .... l'uno	F. .....
Ettolitri 0,06 di carbone comune a F. .... l'uno	» .....
Giornate 0,05 di garzone a F. .... l'una	» .....
Prezzo di 1^{Cg}	F. .....

Osservazione. — L'alcoole, l'essenza rettificata di cedro, l'olio non preparato, il litargirio, la copparosa, la cerussa, la terra d'ombra, il talco calcinato, la colla greggia ed il carbone, si comperano direttamente dai venditori, ed il loro costo si compone della somma che pagasi ai venditori, della mercede dovuta ad un commesso per la compera e misura, e della mercede dovuta ad un bardotto o anche ad un manovale pel trasporto delle indicate sostanze al cantiere.

303. **Analisi dei prezzi di alcune vernici.** — I. *Prezzo di 1^{Cg} di vernice all'alcoole, utile per tinte leggiere, dedotto dall'analisi del prezzo di 5^{Cg}.*

Digitized by Google

Litri 4,00 d'alcoole a F. .... l'uno F. .....
Chilogrammi 0,24 di mastico in lagrima a F. .... l'uno » .....
Chilogrammi 0,96 di sandracca a F. .... l'uno » .....
Chilogrammi 0,12 di resina elemi a F. .... l'uno » .....
Chilogrammi 0,48 di trementina veneta a F. .... l'uno » .....
Ettolitri 1,00 di carbone comune a F. .... l'uno » .....
Giornate 2,00 di garzone a F. .... l'una » .....

Prezzo di 5cg F. .....
Prezzo di 1cg » .....

II. *Prezzo di 1cg di una seconda vernice all'alcoole, dedotto dall'analisi del prezzo di 2cg.*

Litri 1,60 d'alcoole a F. .... l'uno F. .....
Chilogrammi 0,08 di mastico in lagrima a F. .... l'uno » .....
Chilogrammi 0,34 di sandracca a F. .... l'uno » .....
Chilogrammi 0,16 di trementina veneta a F. .... l'uno » .....
Ettolitri 0,40 di carbone comune a F. .... l'uno » .....
Giornate 1,00 di garzone a F. .... l'una » .....

Prezzo di 2cg F. .....
Prezzo di 1cg » .....

III. *Prezzo di 1cg di una terza vernice all'alcoole, dedotto dall'analisi del prezzo di 3cg utile per tinte scure.*

Litri 2,00 d'alcoole a F. .... l'uno F. .....
Chilogrammi 1,00 di sandracca a F. .... l'uno » .....
Chilogrammi 0,38 di trementina di Pisa o di Svizzera a F. .... l'uno » .....
Ettolitri 0,60 di carbone comune a F. .... l'uno » .....
Giornate 1,25 di garzone a F. .... l'una » .....

Prezzo di 3cg F. .....
Prezzo di 1cg » .....

IV. *Prezzo di 1cg di una quarta vernice all'alcoole utile per ferramenti, dedotto dall'analisi del prezzo di 2cg.*

Litri 1,50 d'alcoole a F. .... l'uno F. .....
Chilogrammi 0,23 di sandracca a F. .... l'uno » .....

Da riportare F. .....

Riporto F. .....
Chilogrammi 0,08 di lacca piatta a F. .... l'uno » .....
Chilogrammi 0,16 di pece-resina a F. .... l'uno » .....
Chilogrammi 0,16 di trementina veneta a F. .... l'uno » .....
Chilogrammi 0,16 di polvere fina di vetro a F. .... l'uno » .....
Ettolitri 0,50 di carbone comune a F. .... l'uno » .....
Giornate 1,25 di garzone a F. .... l'una » .....

Prezzo di 2^{cg} F. .....
Prezzo di 1^{cg} » .....

V. *Prezzo di 1^{cg} di vernice copale, dedotto dall'analisi del prezzo di 5^{cg}.*

Chilogrammi 0,80 d'olio seccativo a F. .... l'uno F. .....
Chilogrammi 2,50 di trementina a F. .... l'uno » .....
Chilogrammi 2,50 di copale a F. .... l'uno » .....
Ettolitri 0,25 di carbone comune a F. .... l'uno » .....
Giornate 0,40 di garzone a F. .... l'una » .....

Prezzo di 5^{cg} F. .....
Prezzo di 1^{cg} » .....

VI. *Prezzo di 1^{cg} di vernice nera per ferramenti, dedotto dall'analisi di prezzo di 2^{cg}.*

Chilogrammi 0,31 di bitume giudaico a F. .... l'uno F. .....
Chilogrammi 0,31 di trementina a F. .... l'uno » .....
Chilogrammi 0,62 d'olio seccativo a F. .... l'uno » .....
Chilogrammi 0,62 di vernice copale a F. .... l'uno » .....
Chilogrammi 0,12 d'essenza di trementina a F. .... l'uno » .....
Chilogrammi 0,06 di nero fumo a F. .... l'uno » .....
Ettolitri 0,60 di carbone comune a F. .... l'uno » .....
Giornate 1,20 di garzone a F. .... l'una » .....

Prezzo di 2^{cg} F. .....
Prezzo di 1^{cg} » .....

VII. *Prezzo di 1^{cg} di vernice all'encaustico per tavolati, dedotto dall'analisi del prezzo di 2^{cg}.*

Chilogrammi 1,66 di cera gialla dai venditori a F. .... l'uno F. .....
Chilogrammi 0,20 di sapone a F. .... l'uno » .....
Chilogrammi 0,20 di sal di tartaro a F. .... l'uno » .....
Ettolitri 0,12 di carbone comune a F. .... l'uno » .....
Giornate 0,25 di garzone a F. .... l'una » .....

Prezzo di 2^{cq} F. .....
Prezzo di 1^{cq} » .....

VIII. *Prezzo di 1^{cq} di vernice all'essenza.*

Chilogrammi 0,86 d'essenza di trementina a F. .... l'uno F. .....
Chilogrammi 0,012 di mastico in lagrima a F. .... l'uno » .....
Chilogrammi 0,25 di trementina a F. .... l'uno » .....
Ettolitri 0,20 di carbone comune a F. .... l'uno » .....
Giornate 0,50 di garzone a F. .... l'una » .....

Prezzo di 1^{cq} F. ....

IX. *Prezzo di 1^{cq} di una seconda vernice all'essenza, dedotto dall'analisi del prezzo di 2^{cq}.*

Chilogrammi 1,42 di essenza di trementina a F. .... l'uno F. .....
Chilogrammi 0,39 di trementina a F. .... l'uno » .....
Chilogrammi 0,39 di ragia liquida a F. .... l'uno » .....
Ettolitri 0,32 di carbone comune a F. .... l'uno » .....
Giornate 0,80 di garzone a F. .... l'una » .....

Prezzo di 2^{cq} F. .....
Prezzo di 1^{cq} » .....

304. **Analisi dei prezzi dei colori preparati per la confezione delle tinte.** — I. *Prezzo di 1^{cq} di ..... stemperat. a colla.*

Chilogrammi .... di ..... comperat. dai venditori e portat. al cantiere dei lavori a F. .... l'uno F. .....
Chilogrammi .... di colla liquida per la tempra a F. .... l'uno » .....
Giornate .... di garzone per la macerazione a F. .... l'una » .....

Prezzo di 1^{cq} F. .....

Si può ritenere che i numeri da porsi in quest'analisi siano pei diversi colori mediamente rappresentati dalla seguente tavola:

Digitized by Google

Qualità e quantità di colore in chilogrammi		Quantità di colla in chilogrammi	Giornate di garzone
Cerussa	0,77	0,23	0,08
Bianco di Spagna . . .	0,63	0,37	0,22
Nero vegetale	0,50	0,50	0,22
Azzurro di Prussia . .	0,77	0,23	0,75
Ocra gialla	0,61	0,39	0,18
Ocra rossa	0,65	0,35	0,20
Giallo santo	0,66	0,34	0,12
Giallo di Napoli . . .	0,75	0,25	0,20
Minio aranciato	0,72	0,28	0,14
Giallo minerale	0,75	0,25	0,32
Terra d'ombra	0,55	0,45	0,45
Minio	0,77	0,23	0,22
Verderame	0,59	0,41	0,27

II. *Prezzo di 1^Cg di ..... stemperat. ad olio.*

Chilogrammi .... di ..... comperat. dai venditori e portat. al cantiere dei lavori a F. .... l'uno F. .....
Chilogrammi .... d'olio comune per la macerazione a F. .... l'uno » .....
Chilogrammi ....d'olio seccativo per la tempra a F. ....l'uno » .....
Giornate .... di garzone per la macerazione a F. .... l'una » .....

Prezzo di 1^Cg F. ....

Gli elementi da porsi per ciascun colore nell'instituire le analisi, di cui si è or ora dato il modulo, sono mediamente rappresentati nella tabella che segue:

Qualità e quantità di colore in chilogrammi		Quantità d'olio comune in chilogrammi	Quantità d'olio seccativo in chilogrammi	Giornate di garzone
Cerussa	0,69	0,07	0,24	0,17
Nero vegetale . .	0,34	0,28	0,38	0,30
Azzurro di Prussia .	0,29	0,27	0,44	0,50
Ocra gialla . . .	0,47	0,19	0,34	0,32
Ocra rossa . . .	0,53	0,16	0,31	0,45
Giallo di Napoli .	0,61	0,18	0,21	0,24
Minio aranciato . .	0,62	0,07	0,31	0,25
Giallo minerale . .	0,68	0,05	0,27	0,34
Terra d'ombra . .	0,38	0,29	0,33	0,43
Nero di fumo . .	0,14	—	0,86	—
Minio	0,74	0,02	0,24	0,25
Verderame . . .	0,50	0,15	0,35	0,23

III. *Prezzo di 1^Co di ..... stemperat. a vernice.*

Chilogrammi .... di ..... comperat. dai venditori e portat. al cantiere dei lavori a F. .... l'uno F. .....
Chilogrammi .... d'olio per la macerazione a F. .... l'uno » .....
Chilogrammi .... di vernice per la tempera a F. .... l'uno » .....
Giornate .... di garzone per la macerazione a F. .... l'uno » .....

Prezzo di 1^Co F. .....

Si possono ritenere come numeri convenienti a porsi in quest'analisi quelli contenuti nel seguente elenco:

Qualità e quantità di colore in chilogrammi		Quantità d'olio in chilogrammi	Quantità di vernice in chilogrammi	Giornate di garzone
Cerussa	0,77	0,07	0,16	0,18
Nero vegetale . .	0,42	0,33	0,25	0,36
Azzurro di Prussia	0,37	0,33	0,30	0,62
Ocra gialla . . .	0,54	0,21	0,25	0,37
Ocra rossa . . .	0,61	0,18	0,21	0,50
Giallo Santo . .	0,61	0,21	0,18	0,25
Giallo di Napoli .	0,66	0,20	0,14	0,25
Minio aranciato .	0,74	0,07	0,19	0,28
Giallo minerale .	0,77	0,06	0,17	0,37
Terra d'ombra . .	0,45	0,33	0,22	0,52
Nero fumo . . .	0,12	—	0,88	—
Minio	0,82	0,02	0,16	0,27
Verderame . . .	0,57	0,17	0,26	0,30

305. **Analisi dei prezzi delle tinte.** — I. *Prezzo di 1 litro di latte di calce con nero vegetale per strato di fondo, dedotto dall'analisi del prezzo di 10 litri.*

Metri cubi 0,005 di calcina in pasta a F. .... l'uno F. .....
Chilogrammi 0,05 di nero vegetale a F. .... l'uno » .....

Prezzo di 10 litri F. .....
Prezzo di 1 litro » .....

II. *Prezzo di 1 litro di latte di calce con nero vegetale per strati comuni, dedotto dall'analisi del prezzo di 10 litri.*

Metri cubi 0,0043 di calcina in pasta a F. .... l'uno F. .....
Chilogrammi 0,05 di nero vegetale a F. .... l'uno » .....

Prezzo di 10 litri F. .....
Prezzo di 1 litro » .....

Digitized by Google

III. *Prezzo di 1 litro di latte di calce a colla per strati di fondo, dedotto dall'analisi del prezzo di 10 litri.*

Metri cubi 0,005 di calcina in pasta a F. .... l'uno F. .....
Chilogrammi 5,00 d'acqua di colla a F. .... l'uno » .....

Prezzo di 10 litri F. .....
Prezzo di 1 litro » .....

IV. *Prezzo di 1 litro di latte di calce a colla per strati comuni, dedotto dall'analisi del prezzo di 10 litri.*

Metri cubi 0,0043 di calcina in pasta a F. .... l'uno F. .....
Litri 5,70 d'acqua di colla a F. .... l'uno » .....

Prezzo di 10 litri F. .....
Prezzo di 1 litro » .....

V. *Prezzo di 1 litro di latte di calce per tinta fina con allume, destinata per strati comuni, dedotto dall'analisi del prezzo di 10 litri.*

Metri cubi 0,0043 di calcina di pasta a F. .... l'uno F. .....
Chilogrammi 0,125 d'allume a F. .... l'uno » .....

Prezzo di 10 litri F. .....
Prezzo di 1 litro » .....

VI. *Prezzo di 1 chilogramma delle materie che entrano a formare la tinta bianca di fondo per dipinture comuni.*

Chilogrammi 0,67 di cerussa stemperata a colla a F. .... l'uno F. .....
Chilogrammi 0,33 di bianco di Spagna stemperato a colla a F. .... l'uno » .....

Prezzo di 1^{Cg} F. .....

VII. *Analisi del prezzo di 1 chilogramma delle materie che entrano a formare la tinta bigia perlata.*

Chilogrammi 0,915 di cerussa stemperata a .....
Chilogrammi 0,020 di nero vegetale stemperato a .....

Chilogrammi 0,975 di tinta bianca fina stemperata a ..... a F. .... l'uno F. .....

Da riportare F. .....

Riporto F. .....
Chilogrammi 0,013 di nero vegetale stemperato a .....
a F. .... l'uno » .....
Chilogrammi 0,012 d'azzurro di Prussia stemperato a .....
a F. .... l'uno » .....

Prezzo di 1^{cg} F. .....

Le poche analisi instituite in questo numero indicano abbastanza come debbasi procedere per fare l'analisi del costo del latte di calce, sia che debba essere tinta ordinaria, sia che debba essere tinta fina, e qual sia il metodo da tenersi nel fare l'analisi del costo di 1 chilogramma delle diverse materie che entrano nelle tinte più usate, e per cui si sono assegnate al numero 220 le proporzioni dei diversi componenti.

Nell'istituire l'analisi del prezzo delle tinte si trascura poi generalmente la mano d'opera per fare il miscuglio dei colori, giacchè questa è sempre assai piccola e si può intendere compresa nei prezzi che assegnansi alle varie sostanze che si mettono in mescolanza.

CAPITOLO XIV.

Analisi dei prezzi dei mastici.

306. I mastici si pagano a peso, e nell'instituire le analisi dei loro prezzi si tiene generalmente conto dei diversi ingredienti, della mercede dovuta ad un garzone incaricato della mescolanza delle diverse materie e del prezzo del combustibile impiegato nella composizione del mastice allorquando il miscuglio dev'essere fatto a caldo.

307. **Analisi del prezzo di alcuni mastici.** — I. *Prezzo di 1 chilogramma di mastice comune dedotto dall'analisi del prezzo di 10 chilogrammi.*

Chilogrammi 1,21 di calcina in polvere a F. .... l'uno F. .....
Chilogrammi 2,47 di sangue di bue a F. .... l'uno » .....
Chilogrammi 7,04 di coccio fino a F. .... l'uno » .....
Chilogrammi 0,27 di limatura di ferro a F. .... l'uno » .....
Giornate 0,25 di garzone a F. .... l'una » .....

Prezzo di 10^{cg} F. .....
Prezzo di 1^{cg} » .....

II. *Prezzo di 1^{cg} di mastice per unioni metalliche dedotto dall'analisi del prezzo di 2^{cg}.*

Chilogrammi 1,54 di resina a F. .... l'uno	F. .....
Chilogrammi 0,33 d'ocra gialla a F. .... l'uno	» .....
Chilogrammi 0,33 d'ocra rossa a F. .... l'uno	» .....
Ettolitri 0,10 di carbone comune a F. .... l'uno	» .....
Giornate 0,20 di garzone a F. .... l'una	» .....
Prezzo di 2^{cg}	F. .....
Prezzo di 1^{cg}	» .....

III. *Prezzo di 1^{cg} di mastice da fontaniere, dedotto dall'analisi del prezzo di 3^{cg}.*

Chilogrammi 1,10 di resina a F. .... l'uno	F. .....
Chilogrammi 2,20 di coccio fino a F. .... l'uno	» .....
Ettolitri 0,07 di carbone comune a F. .... l'uno	» .....
Giornate 0,20 di garzone a F. .... l'una	» .....
Prezzo di 3^{cg}	F. .....
Prezzo di 1^{cg}	» .....

IV. *Prezzo di 1^{cg} di mastice da vetraio e da legnaiuolo dedotto dalanalisi del prezzo di 10^{cg}.*

Chilogrammi 9,24 di bianco di Spagna a F. .... l'uno	F. .....
Chilogrammi 1,76 d'olio di lino a F. .... l'uno	» .....
Giornate 0,40 di garzone a F. .... l'una	» .....
Prezzo di 10^{cg}	F. .....
Prezzo di 1^{cg}	» .....

V. *Prezzo di 1^{cg} di mastice di Corbel, dedotto dall'analisi del prezzo di 5^{cg}.*

Chilogrammi 2,75 di coccio fino a F. ... l'uno	» .....
Chilogrammi 0,46 di litargirio in polvere a F. .... l'uno	» .....
Chilogrammi 0,46 di cerussa in polvere a F. .... l'uno	» .....
Chilogrammi 0,46 d'olio seccativo a F. .... l'uno	» .....
Chilogrammi 1,36 d'olio di lino a F. .... l'uno	» .....
Giornate 0,25 di garzone a F. .... l'una	» .....
Prezzo di 5^{cg}	F. .....
Prezzo di 1^{cg}	» .....

Digitized by Google

I cinque esempi riferiti sulle analisi dei prezzi dei mastici bastano per far vedere come si debba procedere in tutti i casi in cui trattasi di conoscere il prezzo di 1^{cq} di un mastice qualunque.

Il mastice Dihl vendesi a Parigi al prezzo di franchi 30 al quintale allorquando è giallo, e di franchi 55 allorquando è bianco.

CAPITOLO XV.

Analisi dei prezzi dei vetri.

308. I vetri, che impiegansi nelle costruzioni e che trovansi in commercio con svariatissimo assortimento, si acquistano, o al minuto quando si abbisogna di poche lastre, o per casse intiere allorquando è necessaria una grande provvista, e, sì nell'uno che nell'altro caso, il loro costo al cantiere dei lavori consta della somma da pagarsi al venditore, la quale cresce coll'aumento di spessore e di grandezza delle lastre e delle spese di trasporto.

Il numero dei vetri contenuti in una cassa è tanto più piccolo quanto più grandi sono le loro dimensioni, e si può generalmente ritenere che siano per ogni cassa: o da 700 a 440 vetri di spessore non eccedente $0^{m},001$ e di grandezza inferiore a $0^{m},50$; o da 400 a 50 lastre di prima qualità; o da 50 a 30 lastre di seconda qualità; o da 30 a 20 lastre di terza qualità; o da 20 a 4 lastre di quarta qualità.

309. **Analisi del prezzo dei vetri al cantiere dei lavori.** — I. *Prezzo di 1 lastra di vetro presa dai venditori e portata al cantiere dei lavori.*

Per 1 lastra di vetro presa dai venditori	F. .....
Giornate 0,007 di garzone per prendere la misura.	
» .... » pel trasporto (in ragione di giornate 0,008 per 100^{m} di distanza orizzontale).	
Giornate .... di garzone a F. .... l'una	» .....
Prezzo di 1 lastra di vetro	F. .....

II. *Prezzo di 1 cassa di vetri, dedotto dall'analisi del prezzo di 10 casse.*

Per 10 casse di vetri prese dai venditori	F. .....
Giornate 0,01 di commesso per la compera a F. .... l'una	» .....
Giornate 0,08 di manovale pel carico su una carretta, per lo scarico e pel deposito delle casse al cantiere dei lavori a F. .... l'una	» .....
Giornate 0,04 di carretta pel carico e scarico.	
» .... » pel trasporto al cantiere dei lavori (in ragione di giornate 0,05 per 100^{m} di distanza orizzontale).	
Giornate .... di carretta ad un cavallo a F. .... l'una	» .....
Prezzo di 10 casse di vetri	F. .....
Prezzo di 1 cassa	» .....

Si può ritenere che le lastre di vetro dello spessore di circa 0^{m},0015 e per ogni metro quadrato costino approssimativamente in Torino:

Da franchi 5 a 5,15 quelle di prima qualità;

Da franchi 5,20 a 5,80 quelle di seconda qualità;

Da franchi 5,90 a 7 quelle di terza qualità;

Da franchi 8 a 12 quelle di quarta qualità.

Per le lastre ondulate, rigate ed appannate il prezzo è circa una volta e mezzo quello dei vetri comuni.

INDICE ANALITICO

PARTE PRIMA

Materiali da costruzione.

1. Indicazione dei principali materiali usati nelle costruzioni . . . *Pag.* 7

CAPITOLO I.

Pietre naturali.

2. Principali caratteri fisici delle pietre naturali . . . . . » *ivi*

ARTICOLO I. — **Pietre da costruzione.**

3. Qualità da considerarsi nelle pietre da costruzione . . . . . » 8
4. Classificazione delle pietre da costruzione . . . . . » 10
5. Composizione delle pietre calcari e generali loro proprietà . . . . . » *ivi*
6. Marmi . . . . . » 11
7. Pietre silicee e generali loro proprietà . . . . . » 13
8. Granito, porfido e gneissi . . . . . » *ivi*
9 Grès, grauwache, pudinghe, pietre molari e pietre focaie . . . . . » 14
10. Composizione delle pietre argillose e generali loro proprietà . . . . » 15
11. Composizione delle pietre gessose e generali loro proprietà . . . . » 16
12. Pietre vulcaniche e generali loro proprietà . . . . . » *ivi*
13. Vizi delle pietre da costruzione . . . . . » 17
14. Ricerca delle pietre da costruzione . . . . . » 18
15. Osservazione sulle pietre che non presentano la necessaria durezza nelle loro cave, ed indurimento artificiale di alcune pietre mediante il processo di silicatizzazione . . . . . » 20

ARTICOLO II. — **Estrazione delle pietre.**

16. Nozioni generali sull'estrazione delle pietre . . . . . » 21
17. Mine ordinarie . . . . . » 22
18 Mine sott'acqua . . . . . » 24
19. Mine acidate . . . . . » 26

Digitized by Google

ARTICOLO III. — **Preparazione delle pietre per essere impiegate nelle costruzioni.**

20. Principali forme sotto cui s'impiegano le pietre naturali nell'arte di fabbricare . . . . . *Pag.* 27
21. Ciottoli e pietrame informe. . . . . » *ivi*
22. Pietrame lavorato . . . . . » *ivi*
23. Pietra da taglio . . . . . » 28
24. Sbozzamento delle pietre . . . . . » *ivi*
25. Denominazioni dei diversi tagli d'apparecchio . . . . . » 29
26. Distinzione delle facce tagliate . . . . . » *ivi*
27. Distinzione delle superficie lavorate . . . . . » 30
28. Principii generali di stereotomia . . . . . » *ivi*
29. Taglio di un concio a forma di parallelepipedo rettangolo . . . . » *ivi*
30. Taglio di un concio a forma di prisma . . . . . » 32
31. Taglio di un concio che deve presentare qualche faccia a pelle centinata » 33
32. Taglio di una pietra con superficie curva a pelle modanata . . . » *ivi*
33. Taglio di un concio che deve presentare qualche faccia a pelle di scultura . . . . . » 34
34. Avvertimenti generali sul taglio delle pietre . . . . . » 35
35. Lastre di pietra . . . . . » 36
36. Lavoratura dei marmi . . . . . » 37
37. Classificazione delle pietre da taglio e dei marmi relativamente alla loro durezza . . . . . » 38

CAPITOLO II.

Terre e sabbie.

38. Origine delle terre e delle sabbie . . . . . » *ivi*
39. Impiego delle terre nell'arte di costrurre . . . . . » 39
40. Distinzione delle terre relativamente alle difficoltà di sterro . . . » 40
41. Determinazione della natura delle terre . . . . . » 41
42. Coesione delle terre ed aumento di volume quando vengono smosse » 42
43. Declivio naturale delle terre . . . . . » *ivi*
44. Effetti della penetrazione dell'acqua nelle masse terrose . . . . . » 44
45. Classificazione delle sabbie nell'arte di fabbricare . . . . . » *ivi*
46. Sabbie pure, criteri per riconoscerle e lavatura delle sabbie impure » *ivi*
47. Malta di terra grassa . . . . . » 45

CAPITOLO III.

Laterizi.

ARTICOLO I. — **Nozioni generali sui laterizi e terre atte alla loro fabbricazione.**

48. Laterizi e mattoni . . . . . » 46
49. Mattoni stati impiegati nelle antiche costruzioni . . . . . » *ivi*
50. Laterizi usati nelle costruzioni moderne . . . . . » 47
51. Terre atte a fare laterizi . . . . . » 48

Digitized by Google

ARTICOLO II. — **Fabbricazione dei laterizi.**

52. Preparazione delle terre per fare laterizi . . . . . *Pag.* 49
53. Fabbricazione ordinaria dei laterizi comuni, come mattoni, pianelle e tegole . . . . . » 50
54. Essiccazione dei laterizi comuni . . . . . » 51
55. Fabbricazione meccanica dei laterizi . . . . . » 52
56. Fabbricazione di vasi per costruzioni leggiere e di tubi laterizi per condotti . . . . . » 53
57. Verniciatura dei tubi laterizi . . . . . » 54
58. Cottura dei laterizi . . . . . » *iv*
59. Cottura dei laterizi all'aperta . . . . . » 55
60. Fornaci per la cottura dei laterizi . . . . . » 56
61. Mattoni combustibili . . . . . » 63

ARTICOLO III. — **Laterizi cotti, loro qualità e loro dimensioni.**

62. Qualità dei laterizi relativamente al loro grado di cottura . . . . . » 64
63. Mezzi comuni per ottenere mattoni leggieri . . . . . » 65
64. Dimensioni dei principali laterizi . . . . . » 66

CAPITOLO IV.

Calcine.

65. Calce e suo impiego nell'arte di fabbricare . . . . . » 67

ARTICOLO I. — **Fabbricazione della calcina.**

66. Oggetto della calcinazione delle pietre calcari e avvertenze riflettenti a tale operazione . . . . . » *ivi*
67. Calcinazione delle pietre calcari all'aperta . . . . . » 68
68. Fornaci per la calcinazione delle pietre calcari . . . . . » *ivi*
69. Fornaci a fuoco intermittente . . . . . » 69
70. Fornaci a fuoco continuo . . . . . » 74
71. Osservazioni su alcuni fatti che avvengono nella cottura delle pietre calcari . . . . . » 81
72. Calcine ottenute con terre calcari e con conchiglie . . . . . » 82

ARTICOLO II. — **Calcine comuni e calcine idrauliche.**

73. Modo di comportarsi della calcina viva quando viene bagnata con acqua » 83
74. Classificazione delle calcine nell'arte di fabbricare . . . . . » *ivi*
75. Indicazione di alcuni risultati d'esperienza . . . . . » 85
76. Indizi utili nella ricerca delle pietre calcari per calcine idrauliche . » *ivi*
77. Procedimento pratico per riconoscere approssimativamente la qualità della calcina che si può ottenere da un dato calcare . . . . » 86

Digitized by Google

78. Procedimento per riconoscere se una pietra calcare calcinata è di qualità idraulica . . . . . Pag. 88
79. Calcine idrauliche artificiali . . . . . » 89
80. Composizione chimica di alcuni calcari e di alcune calcine che essi somministrano . . . . . » 91

ARTICOLO III. - **Estinzione e conservazione delle calcine.**

81. Estinzione delle calcine, e metodo ordinario per fare quest'operazione » 94
82. Estinzione per aspersione, estinzione per immersione ed estinzione spontanea . . . . . » 96
83. Influenza dei diversi metodi di estinzione sulla presa e sul rendimento della calcina . . . . . » 97
84. Osservazione sull'impiego dell'acqua di mare nell'estinzione delle calcine » *ivi*
85. Conservazione delle calcine . . . . . » 98

CAPITOLO V.

Cementi.

86. Cementi e loro distinzione in naturali ed artificiali . . . . . » 99
87. Origine dei cementi ed indicazione di quelli più usati nell'arte di fabbricare . . . . . » *ivi*
88. Fabbricazione dei cementi naturali . . . . . » 100
89. Fabbricazione di cementi artificiali . . . . . » 101
90. Cementi quali si trovano in commercio, e come si possono riconoscere le loro qualità . . . . . » *ivi*
91. Composizione chimica di alcuni calcari impiegati nella fabbricazione di cementi . . . . . » 103
92. Modo di comportarsi dei cementi quando si bagnano con acqua e si tengono esposti all'aria . . . . . » 105
93. Impiego dei cementi e come si comportano sott'acqua e nell'aria » *ivi*

CAPITOLO VI.

Pozzolane.

94. Pozzolane e loro distinzione in naturali ed artificiali . . . . . » 107
95. Pozzolane naturali più conosciute . . . . . » *ivi*
96. Arene pozzolaniche . . . . . » 108
97. Pozzolane artificiali risultanti da argille calcinate allo stato di polvere » 110
98. Pozzolane artificiali risultanti dalla polverizzazione di laterizi cotti » *ivi*
99. Pozzolane artificiali risultanti da terre argillose mescolate colla calce » 112
100. Fornaci a pozzolana . . . . . » 113
101. Pozzolane artificiali ottenute collo schisto, col basalto, col grès ferruginoso, colle psammiti e colle ceneri . . . . . » 114
102. Composizione chimica di alcune pozzolane . . . . . » 115

Digitized by Google

CAPITOLO VII.

Gesso.

103. Gesso, varietà, caratteri e proprietà delle pietre che lo somministrano *Pag.* 117
104. Estrazione della pietra da gesso . . . . . » 118
105. Fornaci a gesso . . . . . » 119
106. Preparazione del gesso per gli usi a cui si destina nell'arte di fabbricare . . . . . » 123
107. Conservazione del gesso . . . . . » *ivi*
108. Norme per conoscere le qualità del gesso . . . . . » 124
109. Modo di comportarsi del gesso quando viene bagnato con acqua . . » 125
110. Impiego del gesso . . . . . » *ivi*
111. Chimica composizione della pietra da gesso . . . . . » 126
112. Marmo artificiale . . . . . » 127

CAPITOLO VIII.

Malte.

113. Malte d'uso più frequente nelle costruzioni . . . . . » 128
114. Acqua da impiegarsi nella composizione delle malte . . . . . » *ivi*
115. Sabbie da impiegarsi nella composizione delle malte . . . . . » 129
116. Quantità degli ingredienti che entrano nella composizione delle malte, e distinzione delle medesime in comuni, idrauliche e cementizie . » 130
117. Generalità sulla fabbricazione delle malte . . . . . » 131
118. Malte comuni . . . . . » 132
119. Malte idrauliche . . . . . » 133
120. Malte cementizie con calcina, sabbia e pozzulana . . . . . » 134
121. Malte cementizie di cemento e sabbia . . . . . » 136
122. Malte bastarde . . . . . » 138
123. Malte di calcina e sabbia, uppure di calcina e argilla mescolate con borra . . . . . » 139
124. Fabbricazione meccanica delle malte . . . . . » 140
125. Durezza, coesione finale ed aderenza delle malte . . . . . » 143
126. Azione distruttiva dell'acqua di mare su alcune malte . . . . . » 144

CAPITOLO IX.

Calcestruzzo.

127. Calcestruzzo e sua distinzione in grasso e magro . . . . . » 146
128. Determinazione della minima quantità di malta necessaria a formare un calcestruzzo grasso . . . . . » *ivi*
129. Indicazione di alcune composizioni di calcestruzzo . . . . . » 147
130. Generalità sulla fabbricazione del calcestruzzo . . . . . » 148
131. Fabbricazione del calcestruzzo a braccia d'uomini . . . . . » *ivi*
132. Fabbricazione meccanica del calcestruzzo . . . . . » 149
133. Blocchi di calcestruzzo . . . . . » 152

Digitized by Google

CAPITOLO X.

Bitumi, composti idrofughi bituminosi e mastici bituminosi.

ARTICOLO I. — Bitumi.

134. Composizione e caratteri fisici dei bitumi minerali . . . Pag. 152
135. Rocce bituminose 153
136. Estrazione delle rocce bituminose ivi
137. Estrazione dei bitume minerale 154
138. Bitume vegetale 155
139. Uso dei bitumi nell'arte di fabbricare ivi

ARTICOLO II. — Composti idrofughi bituminosi.

140. Indicazione di alcuni composti idrofughi bituminosi 156
141. Pania marina ivi
142. Mastice Macabeo ivi
143. Bitume artificiale della Giudea 157
144. Composto idrofugo Rey ivi

ARTICOLO III. — Mastici bituminosi.

145. Asfalto ivi
146. Preparazione della pietra d'asfalto 158
147. Fabbricazione dei pani di mastice d'asfalto 159
148. Asfalto artificiale ivi
149. Asfalto preparato per essere adoperato puro nella formazione delle strade . 160
150. Preparazione dei mastice d'asfalto in pani per essere impiegato . . . ivi
151. Osservazioni sull'impiego dei mastici bituminosi 161

CAPITOLO XI.

Legnami lavorativi.

ARTICOLO I. — Nozioni preliminari. Proprietà e difetti dei legnami lavorativi.

152. Legnami lavorativi e loro distinzione in legnami da minuteria ed in legnami da costruzione 162
153. Struttura organica dei tronchi e dei rami degli alberi 163
154. Accrescimento dei tronchi e dei rami ivi
155. Principii costituenti le sostanze legnose 164
156. Proprietà da studiarsi nei legnami da lavorazione ivi
157. Difetti dei legnami da lavorazione 168
158. Elenco dei principali alberi da lavoro; limiti ordinari delle loro altezze; grossezze medie degli anelli legnosi; diametri ordinari dei fusti 169
159. Legnami forti e legnami dolci. Pregi ed usi particolari di alcuni legnami da costruzione 170

Digitized by Google

ARTICOLO II. — **Preparazione del legname da costruzione.**

160. Criteri per riconoscere se un albero vivente può somministrare buoni legnami da costruzione . . . . . *Pag.* 173
161. Età più conveniente all'atterramento delle piante da cui si vogliono ricavare legnami da costruzione . . . . . » 174
162. Stagione più conveniente per l'atterramento delle piante che devono somministrare legname da costruzione . . . . . » *ivi*
163. Scortecciamento delle piante prima di atterrarle . . . . . » 175
164. Metodi per l'effettivo atterramento delle piante . . . . . » *ivi*
165. Squadratura dei fusti . . . . . » 176
166. Alcune quistioni sulla squadratura dei fusti . . . . . » 177
167. Segatura dei legnami . . . . . » 185
168. Considerazioni sulle direzioni più convenienti da assegnarsi ai tagli nell'operazione della segatura dei legnami . . . . . » 187
169. Incurvamento dei legnami . . . . . » 188
170. Denominazioni dei diversi legnami da costruzione squadrati e segati » 190
171. Altri legnami adoperati nell'arte del costruttore . . . . . » *ivi*
172. Indicazione dei lavori che si fanno sui legnami di commercio quando si impiegano nelle costruzioni . . . . . » 191

ARTICOLO III. — **Conservazione dei legnami.**

173. Assunto del presente articolo . . . . . » 192
174. Effetto dello scortecciamento e della squadratura sui tronchi degli alberi di fresco atterrati . . . . . » 193
175. Stagionatura dei legnami . . . . . » *ivi*
176. Iniezione dei legnami . . . . . » 196

CAPITOLO XII.

Metalli più in uso nelle costruzioni.

ARTICOLO I. — **Ferro, ghisa e acciaio.**

177. Ferro . . . . . » 199
178. Assortimento del ferro per gli usi delle costruzioni . . . . . » *ivi*
179. Varie specie di ferro . . . . . » 00
180. Criterii pratici per conoscere le buone e le cattive qualità dei ferri » 201
181. Difetti che si riscontrano nei ferri di cattiva qualità . . . . . » 203
182. Chiodi, caviglie e viti in ferro . . . . . » *ivi*
183. Saldatura di ferro con ferro . . . . . » 205
184. Conservazione del ferro . . . . . » *ivi*
185. Ghisa . . . . . » 207
186. Caratteri che distinguono la ghisa dal ferro . . . . . » *ivi*
187. Diverse specie di ghisa . . . . . » *ivi*
188. Modificazioni che può subire la ghisa in seguito alla fusione . . . » 208
189. Acciaio . . . . . » *ivi*

Digitized by Google

190. Varietà d'acciaio . . . . . Pag. 209
191. Qualità dell'acciaio . . . . . » ivi
192. Tempra dell'acciaio . . . . . » 210
193. Saldatura dell'acciaio col ferro e dell'acciaio coll'acciaio . . . . » ivi

ARTICOLO II. — **Rame, stagno, piombo e zinco.**

194. Rame . . . . . » 211
195. Caratteri fisici del rame . . . . . » ivi
196. Usi del rame . . . . . » ivi
197. Stagno . . . . . » 212
198. Caratteri fisici dello stagno . . . . . » ivi
199. Usi dello stagno . . . . . » ivi
200. Piombo . . . . . » 213
201. Caratteri fisici del piombo . . . . . » ivi
202. Usi del piombo . . . . . » ivi
203. Zinco . . . . . » 214
204. Caratteri fisici dello zinco . . . . . » ivi
205. Usi dello zinco . . . . . » ivi

ARTICOLO III. — **Leghe metalliche di qualche uso nell'arte del costruttore.**

206. Bronzo . . . . . » 215
207. Caratteri fisici del bronzo . . . . . » 216
208. Usi del bronzo . . . . . » ivi
209. Ottone . . . . . » ivi
210. Saldature . . . . . » ivi

CAPITOLO XIII.

Vernici e tinte.

ARTICOLO I. — **Vernici.**

211. Sostanze che prendono il nome di vernici . . . . . » 217
212. Vernici più usate nelle costruzioni . . . . . » ivi
213. Alcoole, olio seccativo ed essenza di trementina . . . . . » 218
214. Composizione di alcune vernici . . . . . » 219

ARTICOLO II. — **Tinte.**

215. Liquidi che chiamansi col nome di tinte . . . . . » 221
216. Come si distinguono le tinte impiegate nell'arte di fabbricare . . . » ivi
217. Colla per le tinte a tempra ed olii per le tinte ad impressione . . . » 222
218. Preparazione dei colori per la formazione delle tinte . . . . . » 223
219. Latte di calce . . . . . » 224
220. Proporzioni dei colori stemperati da impiegarsi nelle principali tinte » 225
221. Procedimento economico per supplire alla tinteggiatura con colori preparati all'olio . . . . . » 226

Digitized by Google

CAPITOLO XIV.

Mastici.

222. Mastici e loro scopo nell'arte di fabbricare . . . . . Pag. 226
223. Mastici per unire e stuccare pietre, laterizi e muraglie . . . . . » 227
224. Mastice per unioni metalliche . . . . . » ivi
225. Mastice dei fontanieri . . . . . » 228
226. Mastice da vetraio e da legnaiuolo . . . . . » ivi
227. Mastici per intonachi . . . . . » ivi

CAPITOLO XV.

Vetri.

228. Composizione chimica dei vetri ordinariamente impiegati nelle costruzioni » 230
229. Caratteri fisici dei vetri e qualità che in essi si richiedono affinchè possano servire nelle costruzioni . . . . . » ivi
230. Distinzione dei vetri . . . . . » 231

PARTE SECONDA

Analisi dei prezzi dei materiali da costruzione.

Nozioni generali.

231. Elementi di cui bisogna tener conto nell'istituire le analisi dei prezzi dei materiali da costruzione . . . . . » 232
232. Procedimento generale per trovare il prezzo dei materiali da costruzione » 233
233. Pratico procedimento generalmente seguito nell'istituire le analisi dei prezzi dei materiali da costruzione . . . . . » 235

CAPITOLO I.

Analisi dei prezzi delle pietre naturali.

234. Generalità sulle analisi dei prezzi delle pietre naturali . . . . . » 237
235. Analisi del prezzo d'estrazione delle pietre naturali . . . . . » 238
236. Analisi del prezzo dei ciottoli . . . . . » 241
237. Analisi del prezzo del pietrame . . . . . » 242
238. Analisi del prezzo della pietra da taglio digrossata . . . . . » 244
239. Analisi del prezzo del taglio abbozzato, del taglio scantonato e del taglio incassato nelle pietre da taglio . . . . . » 245

Digitized by Google

240. Analisi del prezzo della pietra da taglio abbozzata per conci di prima, di seconda, di terza, di quarta e di quinta specie . . . . *Pag.* 246
241. Analisi del prezzo del taglio nascosto, del taglio apparente e del taglio sul posto . . . . . » *ivi*
242. Analisi del prezzo delle lastre . . . . . » 249
243. Analisi del prezzo del taglio scantonato e del taglio incavato nei marmi » 251
244 Analisi del prezzo della segatura e della lavoratura a pelle piana dei marmi . . . . . » *ivi*
245. Analisi del prezzo del pulimento dei marmi . . . . . » 252
246. Analisi del prezzo delle pietre portate sul luogo dell'impiego . . . » *ivi*

CAPITOLO II.

Analisi dei prezzi delle terre, delle sabbie e delle ghiaie.

247. Generalità sulle analisi dei prezzi delle terre, delle sabbie e delle ghiaie » 257
248. Analisi del prezzo della terra grassa . . . . . » 258
249. Analisi del prezzo della malta di terra grassa . . . . . » *ivi*
250. Analisi del prezzo delle sabbie . . . . . » 259
251. Analisi del prezzo delle ghiaie . . . . . » 261

CAPITOLO III.

Analisi dei prezzi dei principali laterizi.

252. Generalità sulle analisi dei prezzi dei principali laterizi . . . . . » 265
253. Analisi del prezzo dei mattoni crudi alla fornace . . . . . » 266
254. Analisi del prezzo dei laterizi cotti alla fornace . . . . . » 267
255. Analisi del prezzo dei laterizi cotti portati sul luogo dell'impiego . » 268
256. Analisi del prezzo dei tubi in terra cotta . . . . . » 270

CAPITOLO IV.

Analisi dei prezzi delle calcine.

257. Generalità sulle analisi dei prezzi delle calcine . . . . . » *ivi*
258. Analisi del prezzo della calcina viva alla fornace . . . . . » 271
259. Analisi del prezzo della calcina in polvere . . . . . » 272
260. Analisi del prezzo della calcina portata sul luogo dell'impiego . . » 274
261. Analisi del prezzo della calcina pestata . . . . . » 275
262. Analisi del prezzo della calcina in pasta . . . . . » *ivi*

CAPITOLO V.

Analisi dei prezzi dei cementi.

263. Generalità sulle analisi dei prezzi dei cementi . . . . . » 277
264. Analisi del prezzo dei cementi al cantiere dei lavori . . . . . » *ivi*
265. Analisi del prezzo della malta di cemento . . . . . » 279

Digitized by Google

CAPITOLO VI.

Analisi dei prezzi delle pozzolane.

266. Generalità sulle analisi dei prezzi delle pozzolane . . . . . Pag. 280
267. Analisi del prezzo delle pozzolane naturali al cantiere dei lavori . . » ivi
268. Analisi del prezzo del coccio al cantiere dei lavori . . . . . » 282
269. Nozioni sul costo della pozzolana artificiale di calcina grassa ed argilla » 283

CAPITOLO VII.

Analisi dei prezzi del gesso.

270. Generalità sulle analisi dei prezzi del gesso . . . . . » 284
271. Analisi del prezzo del gesso grossamente stacciato alla fornace . . » ivi
272. Analisi del prezzo del gesso al cantiere dei lavori . . . . . » 285
273. Analisi del prezzo della malta di gesso . . . . . » 286

CAPITOLO VIII.

Analisi dei prezzi delle malte.

274. Generalità sulle analisi dei prezzi delle malte . . . . . » 286
275. Analisi del prezzo delle malte fabbricate a braccia d'uomini . . . » ivi
276. Analisi del prezzo delle malte fabbricate con procedimenti meccanici » 292
277. Dati pratici sul costo di fabbricazione delle malte . . . . . » 294

CAPITOLO IX.

Analisi dei prezzi del calcestruzzo.

278. Generalità sulle analisi dei prezzi dei calcestruzzo . . . . . » 295
279. Analisi del prezzo del calcestruzzo fabbricato a braccia d'uomini . » 296
280. Analisi del prezzo del calcestruzzo fabbricato con procedimenti meccanici . . . . . » 297
281 Dati pratici sul costo di fabbricazione del calcestruzzo . . . . . » 299

CAPITOLO X.

Analisi dei prezzi dei mastici e dei composti idrofughi bituminosi.

282. Generalità sulle analisi dei prezzi dei mastici e dei composti idrofughi bituminosi . . . . . » 301
283. Analisi del prezzo dei mastici bituminosi al cantiere dei lavori . . » ivi
284. Analisi del prezzo dei mastici bituminosi preparati come devono essere messi in opera . . . . . » 302
285. Analisi del prezzo dei composti idrofughi bituminosi . . . . . » ivi

Digitized by Google

CAPITOLO XI.

Analisi dei prezzi dei legnami.

286. Generalità sulle analisi dei prezzi dei legnami . . . . . Pag. 303
287. Analisi del prezzo del legname greggio al cantiere dei lavori 304
288. Analisi del prezzo del legname squadrato 305
289. Analisi del prezzo dei legnami segati e ridotti a travicelli ed a tavoloni . 307
290. Analisi del prezzo degli assi e degli asserelli 309
291. Analisi del prezzo dei listelli 312
292. Analisi del prezzo dei pali e dei palotti ivi
293. Analisi del prezzo dei rami, delle ritorte, delle gorre, delle fascine e del fastelli 314
294. Analisi del prezzo dei legnami tagliati per opere speciali 319
295. Analisi del prezzo del piallamento 320

CAPITOLO XII.

Analisi dei prezzi dei metalli.

296. Generalità sulle analisi dei prezzi dei metalli 321
297. Analisi del prezzo dei metalli quali si comprano dai venditori . . . ivi
298. Analisi del prezzo dei ferramenti preparati per essere impiegati nelle costruzioni 323
299. Analisi del prezzo degli oggetti in bronzo e degli oggetti in ottone . . 325
300. Analisi del prezzo delle leghe metalliche 326

CAPITOLO XIII.

Analisi dei prezzi delle vernici e delle tinte.

301. Generalità sulle analisi dei prezzi delle vernici e delle tinte 327
302. Analisi del prezzo dell'alcoole, degli olii, dell'essenza e della colla . . ivi
303. Analisi dei prezzi di alcune vernici 328
304. Analisi dei prezzi dei colori preparati per la confezione delle tinte . . 331
305. Analisi dei prezzi delle tinte 333

CAPITOLO XIV.

Analisi dei prezzi dei mastici.

306. Generalità sulle analisi dei prezzi dei mastici 335
307. Analisi del prezzo di alcuni mastici ivi

CAPITOLO XV.

Analisi dei prezzi dei vetri.

308. Generalità sulle analisi dei prezzi dei vetri 337
309. Analisi del prezzo dei vetri al cantiere dei lavori ivi

Digitized by Google

INDICE ALFABETICO

Materiali da costruzione.

A

Abete, pag. 171 n. 159.
Acciaio, da pag. 208 a 211 e da n. 189 a 191.
Acciaio di cementazione, pag. 209 n. 190.
Acciaio di getto o fuso, pag 209 n. 190.
Acciaio di stoffa, pag. 209 n. 190.
Acciaio naturale, pag. 209 n. 190.
Acciaio saldato con se medesimo e col ferro, pag. 210 n. 193.
Acciaio temprato, pag. 210 n. 192.
Acqua per l'estinzione delle calcine, pag. 97 n. 84.
Acqua per la fabbricazione delle malte, pag. 128 n. 114.
Alabastrite, pag. 16 n. 11, pag. 117 n. 105.
Alabastro, pag. 11 n. 6.
Alcoole, pag. 218 n. 213.
Arena, pag. 44 n 45.
Arene pozzolaniche, pag. 108 n. 96.
Asfalto artificiale, pag. 159 n. 148.
Asfalto in pani, pag. 159 n. 147.
Asfalto in polvere, pag. 158 n. 146 e pag 169 n. 149.
Asfalto in rocca, pag. 153 n. 135 e pag. 157 n. 145.
Asserelli, pag 190 n. 170.
Assi, pag. 190 n. 170.

B

Basalto, pag. 16 n. 12.
Bistardello, pag. 199 n. 178.
Bitume, da pag. 152 a 155 e da n. 134 a 139.
Bitume artificiale della Giudea, pag. 157 n. 143.
Bitume minerale, pag. 152 n. 134, pag. 153 n. 135 e 136, pag. 154 n. 137.
Bitume vegetale, pag. 155 n. 138.
Blocchi di calcestruzzo, pag. 152 n. 133.
Bronzo, pag. 215 e 216 n. 206, 207 e 208.

C

Calcari per la fabbricazione di calcine, pag. 67 n. 65, pag. 82 n. 72.
Calcari per la fabbricazione di calcine grasse, pag. 91 n. 80.
Calcari per la fabbricazione di calcine magre, pag. 92 n. 80.
Calcari per la fabbricazione di calcine idrauliche, pag. 85 n. 76, pag. 93 n. 80.
Calcari per la fabbricazione di cementi, pag. 99 n. 86, pag. 103 n. 91.
Calcestrozzo, da pag. 146 a 152 e da n. 127 a 133.
Calcestruzzo grasso e calcestruzzo magro, pag. 146 n. 127 e 128.
Calcestruzzo comune, calcestruzzo di coccio e calcestruzzo di pozzolana, pag. 147 n. 129.
Calcina, da pag. 67 a 98 e da n. 65 a 85.
Calcine grasse, magre, idrauliche, eminentemente idrauliche e cementizie, pag. 83 n. 74, pag. 88 n. 78.
Calcine idrauliche artificiali, pag. 89 n. 76.
Calcine vive, pag. 81 n. 71.
Calcine spente in pasta, pag. 94 n. 81.
Calcine spente in polvere, pag. 96 n. 82.
Castagno, pag. 171 n. 159.
Caviglie e cavigliette, pag. 204 n. 182.
Cementi, da pag. 99 a 106 e da n. 86 a 93.
Cementi naturali e artificiali, da pag. 99 a 101 e da n. 86 a 89.
Cementi quali si trovano in commercio, pag. 101 n. 90.
Chiodi, pag. 204 n. 182.
Ciottoli, pag 27 n. 21.
Coccio, pag. 110 n. 98.
Colla per le tinte a tempra, pag. 222 n. 217.
Colori preparati per la formazione delle tinte, pag. 223 n. 218.
Composto idrofugo Rey, pag. 157 n. 144

Digitized by Google

Composti idrofughi bituminosi, pag. 156 e 157 n. 140, 141, 142, 143 e 144.
Conci, pag. 28 n. 25
Copponi, pag. 190 n. 170.

E

Essenza di trementina, pag. 219 n. 213.

F

Fascine, pag. 191 n. 171.
Fastelli, pag. 191 n. 171.
Ferro, da pag. 199 a 207 e da n. 177 a 184.
Ferro agro, pag. 201 n. 179.
Ferro da cerchi, pag. 200 n. 178.
Ferro da tiranti, pag. 199 n. 178.
Ferro dolce, pag. 200 n. 179.
Ferro duro, pag. 200 n. 179.
Ferro fragile a caldo, pag. 201 n. 179.
Ferro fragile a freddo, pag. 200 n. 179.
Ferro saldato con se medesimo, pag. 204 n. 183.
Ferro temprato, pag. 210 n. 192.
Fili di ferro, pag. 200 n. 178.
Fior di gesso, pag. 123 n. 106.

G

Gesso, da pag. 117 a 128 e da n. 103 a 112.
Gesso allumato, pag. 127 n. 112.
Gesso bianco, pag. 124 n. 108.
Gesso bigio, pag. 124 n. 108.
Gesso comune, pag. 124 n. 108.
Gesso di cesta, pag. 123 n. 106.
Gesso fino, pag. 123 n. 106.
Gesso atacciato, pag. 123 n. 106.
Ghiaia, si classifica come la sabbia a pag. 44 n. 45.
Ghiaa, da pag. 207 a 208 e da n. 185 a 188.
Ghisa bianca, pag. 208 n. 187.
Ghisa bigia, pag. 207 n. 187.
Ghisa mista, pag. 208 n. 187.
Ghisa nera, pag. 207 n. 187.
Gneisse, pag. 14 n. 8.
Gorre, pag. 191 n. 171.
Gradini, pag. 36 n. 35.
Granito, pag. 13 n. 8.
Grauwache, pag. 14 n. 9.
Grès, pag. 14 n. 9.

L

Lamiera, pag. 200 n. 178.
Larice, pag. 171 n. 159.
Lastre di pietra, pag. 36 n. 35.
Laterizi, da pag. 46 a 66 e da n. 48 a 64.
Latta, pag. 212 n. 199.
Latte di calce, pag. 224 n. 219.
Lavagne, pag. 16 n. 10.
Lave vulcaniche, pag. 17 n. 12.
Legnami, da pag. 162 a 198 e da n. 152 a 176.
Legnami da costruzione e da minuteria, pag. 162 n. 152.
Legnami forti e legnami dolci, pag. 170 n. 159.
Legnami incurvati, pag. 188 n. 169.
Legnami iniettati, pag. 196, 197 e 198 n. 176.
Legnami piallati, pag. 192 n. 172.
Legnami segati, pag. 185 n. 167, pag. 187 n. 168.
Legnami squadrati, pag. 176 n. 165, pag. 177 n. 166.
Legnami stagionati, pag. 193, 194, 195 e 196 n. 175.
Legnami tagliati a connessioni comuni, a connessioni semplici, a connessioni composte, pag. 192 n. 172.
Listelli, pag. 191 n. 171.

M

Malta di terra grassa, pag. 45 n. 47.
Malte, da pag. 128 a 146 e da n. 113 a 126.
Malte bastarde, pag. 138 n. 222.
Malte cementizie di calcina, sabbia e pozzolana, pag. 134 n. 120.
Malte cementizie di cemento e sabbia, pag. 136 n. 121.
Malte comuni, pag. 132 n. 118.
Malte comuni contenenti della borra, pag. 139 n. 123.
Malte idrauliche, pag. 133 n. 119.
Marmo artificiale, pag. 127 n. 112.
Marmi, pag. 11 n. 6.
Marmi teneri, mezzani e duri, pag. 38 n. 37.
Mastice da vetraio e da legnaiuolo, pag. 228 n. 226.
Mastice dei fontanieri, pag. 228 n. 225.
Mastice Macabeo, pag. 156 n. 142.
Mastici, da pag. 226 a 250 e da n. 222 a 227.
Mastici bituminosi, da pag. 157 a 162 e da n. 145 a 151.
Mastici per intonachi, pag. 228 n. 227.
Mastici per unioni metalliche, pag. 227 n. 224
Mastici per unire e stuccare pietre, laterizi e muraglie, pag. 227 n. 223.
Materiali refrattari, pag. 49 n. 51.
Mattonetti, pag. 66 n. 64.
Mattoni, pag. 46 n. 48.
Mattoni a due sabbie, pag. 50 n. 53.
Mattoni comuni e mattoni del campione, pag. 66 n. 64.
Mattoni ferrioli, forti, mezzanelli ed albasi, pag. 64 n. 62.
Mattoni forati e mattoni incavati, pag. 48 n. 50.
Mattoni leggeri, pag. 65 n. 63.
Mogliette, pag. 200 n. 178.

Digitized by Google

O

Olio per le tinte ad impressione, pag. 223 n. 217.
Olio seccativo, pag. 218 n. 213.
Olmo, pag. 171 n. 159.
Ontano, pag. 172 n. 159.
Ottone, pag. 216 n. 209.

P

Palotti, pag. 191 n. 171.
Pali, pag. 191 n. 171.
Pania marina, pag. 156 n. 141.
Pianelle, pag. 48 n. 50, pag. 66 n. 64.
Piattina, pag. 200 n. 178.
Pietra da costruzione, da pag. 8 a 38 e da n. 3 a 37.
Pietra da taglio, pag. 28 n. 23.
Pietrame informe, pag. 27 n. 21.
Pietrame lavorato, pag. 27 n. 22.
Pietre argillose, pag. 15 n. 10.
Pietre calcari, pag. 10 n. 5, pag. 11 n. 6.
Pietre gessose, pag. 16 n. 11, pag. 117 n. 103, pag. 126 n. 111.
Pietre focaie, pag. 15 n. 9.
Pietre molari, pag. 15 n. 9.
Pietre silicee, pag. 13 n. 7 e 8, pag. 14 n. 9.
Pietre tenere, mezzane e dure, pag. 38 n. 37.
Pietre vulcaniche, pag. 16 n. 12.
Pioo, pag. 172 n. 159.
Piombo, pag. 213 n. 200, 201 e 202.
Pioppo, pag. 172 n. 159.
Porfido, pag. 14 n. 8.
Pozzolane, da pag. 107 a 116 e da n. 94 a 102.
Pozzolane naturali, pag. 107 n. 95, pag. 115 n. 102.
Pozzolane artificiali, pag. 110 n. 97 e 98, pag. 112 n. 99, pag. 114 n. 101, pag. 115 n. 102.
Preparato Soeder per proteggere il ferro dall'azione dell'acido solforoso, pag. 206 n. 184.
Pudinghe, pag. 14 n. 9.

Q

Quercia, pag. 170 n. 159.

R

Rame, pag. 211 n. 194, 195 e 196.
Rami, pag. 191 n. 171.
Righe, pag. 200 n. 178.
Ritorte, pag. 191 n. 171.
Rocce bituminose, pag. 153 n. 135.

S

Sabbia fossile, fluviatile e marittima, pag. 44 n. 45.
Sabbia comune e sabbia fina, pag. 44 n. 45.
Sabbia lavata, pag. 44 n. 46.
Saldature, pag. 216 n. 210.
Solfato di calce calcarifero, pag. 117 n. 103, pag. 126 n. 111.
Stagno, pag. 212 n. 197, 198 e 199.

T

Tavole, pag. 190 n. 170.
Tavoloni, pag. 190 n. 170.
Tegole, pag. 48 n. 50, pag. 51 n. 53, pag. 66 n. 64.
Terre, da pag. 38 a 46 e da n. 38 a 47.
Terre leggiere, ordinarie, forti, tufacee e pantanose, pag. 40 n. 40.
Terre atte a fare laterizi, pag. 48 n. 51.
Tinte, da pag. 221 a 226 e da n. 215 a 221.
Tinte a tempra, tinte a vernice e tinte d'impressione, pag. 221 n. 216.
Tinte di uso più frequente, pag. 225 n. 220.
Travi, pag. 190 n. 170.
Travicelli, pag. 190 n. 170.
Tubi di terra cotta, pag. 48 n. 50, pag. 54 n. 57, pag. 66 n. 64.
Tufi vulcanici, pag. 17 n. 12.

V

Vasi laterizi per costruzioni leggiere, pag. 48 n. 50, pag. 53 n. 56, pag. 66 n. 64.
Verghe di ferro tonde e quadre, pag. 199 n. 178.
Vernici, da pag. 217 a 221 e da n. 211 a 214.
Vernici all'alcoole, pag. 217 n. 212.
Vernici all'alcoole per tinte leggiere, per tinte scure e per ferramenti, pag. 219 n. 214.
Vernici all'essenza, pag. 218 n. 212.
Vernici all'essenza per stemperare i colori, pag. 220 n. 214.
Vernici grasse all'olio, pag. 218 n. 212.
Vernici grasse copale e per ferramenti, pag 219 n. 214.
Vetri, pag. 230 e 231 n. 228, 229 e 230.
Viti, pag. 205 n. 182.

Z

Zinco, pag. 214 n. 203, 204 e 205.

Digitized by Google

Analisi dei prezzi dei materiali da costruzione.

A

Alcoole, prezzo di 1 litro, pag. 327 n. 302.
Asserelli: prezzo di un centinaio, pag. 310 n. 290.
Assi: prezzo di un centinaio, pag. 309 n. 290.

B

Bronzo lavorato: prezzo di 1 Mg, pag. 326 n. 299.
Bronzo modellato: prezzo di 1 Mg, pag. 325 n. 299.

C

Calcestruzzo: da pag. 295 a 300 e da n. 278 a 281.
Calcestruzzi di uso più frequente: prezzo di 1 mc, pag. 296 n. 279, pag. 297 n. 280.
Calcina comune in polvere: prezzo di 1 mc, pag. 272 n. 259.
Calcina comune pestata: prezzo di 1 mc, pag. 275 n. 261.
Calcina grassa in pasta: prezzo di 1 mc, pag. 275 n. 262.
Calcina idraulica in pasta: prezzo di 1 mc, pag. 276 n. 262.
Calcina idraulica in polvere: prezzo di 1 mc, pag. 275 n. 259.
Calcina magra in pasta: prezzo di 1 mc, pag. 276 n. 262.
Calcina trasportata al cantiere dei lavori allo stato di pasta: prezzo di 1 mc, pag. 276 n. 262.
Calcina viva alla fornace: prezzo di 1 mc e di 1 Mg, pag. 271 n. 258.
Calcina viva al cantiere dei lavori: prezzo di 1 mc, pag. 274 n. 260.
Calcine, da pag. 270 a 277 e da n. 257 a 262.
Cementi, da pag. 277 a 279 e da n. 263 a 265.
Cementi al cantiere dei lavori: prezzo di 1 quintale, pag. 277 n. 264.
Ciottoli al cantiere dei lavori: prezzo di 1 mc, pag. 241, n. 256.
Coccio al cantiere dei lavori: prezzo di 1 mc e di 1 Mg, pag. 282 n. 268.
Colla liquida: prezzo di 1 Cg, pag. 328 n. 302.
Colori stemperati a colla: prezzo di 1 Cg, pag. 334 n. 304.
Colori stemperati ad olio: prezzo di 1 Cg, pag. 332 n. 304.
Colori stemperati a vernice: prezzo di 1 Cg, pag. 333 n. 304.
Composti idrofughi bituminosi: prezzo di 1 Cg, pag. 303 n. 285.

F.

Fascine: prezzo di un centinaio, pag. 317 n. 293.
Fastelli: prezzo di 1 m, pag. 318 n. 293.
Ferramenti: prezzo di 1 Mg, pag. 323 n. 298.

G

Gesso: da pag. 284 a 286 e da n. 270 a 273.
Gesso alla fornace: prezzo di 1 mc e di 1 Mg, pag. 284 n. 271.
Gesso fino: prezzo di 1 mc, pag. 285 n. 272.
Ghiaia di miua al cantiere dei lavori: prezzo di 1 mc, pag. 262 n. 251.
Ghiaia di torrente al cantiere dei lavori: prezzo di 1 mc, pag. 264 n. 251.
Ghiaia fossile al cantiere dei lavori: prezzo di 1 mc, pag. 261 n. 251.
Ghiaia lavata: prezzo di 1 mc, pag. 264 n. 251.
Gorre: prezzo di 100 fasci, pag. 316 n. 293.
Gradini comuni alla cava: prezzo di 1 m, pag. 250 n. 242.
Gradini sagomati alla cava: prezzo di 1 m, pag. 250 n. 242.

L

Lastre alla cava: prezzo di 1 mq, pag. 249 n. 242.
Lastroni alla cava: prezzo di 1 mq, pag 250 n. 242.
Laterizi, da pag. 265 a 270 e da n. 252 a 256.
Laterizi comuni al cantiere dei lavori: prezzo di 1 migliaio, pag. 268 n. 255.
Latte di calce: prezzo di 1 litro, pag. 333 e 334 n. 305.
Lavoratura delle pietre a pelle grossolana, a pelle liscia, a pelle arricciata, a pelle spiumata, a pelle piana, a pelle centinata, a pelle modanata, a pelle di scultura: prezzo di 1 mq, pag. 246 n. 241.

Lavoratura dei marmi a pelle piana: prezzo di 1mq, pag. 251 n. 244.
Leghe metalliche: prezzo di 1Kg, pag 326 n. 300.
Legname greggio al cantiere dei lavori: prezzo di 1mc, pag. 304 n. 287.
Legname grossamente squadrato: prezzo di 1mc, pag. 305 n. 288.
Legname per pali: prezzo di 1mc, pag. 312 n. 292.
Legname per palotti: prezzo di 1mc, pag. 313 n. 292.
Legname segato sotto forma di tavoloni: prezzo di 1mc, pag. 308 n. 289.
Legname segato sotto forma di travicelli: prezzo di 1mc, pag. 308 n. 289.
Legname tirato a filo vivo: prezzo di 1mc, pag. 306 n. 288.
Legname tirato a spigolo netto: prezzo di 1mc, pag. 307 n. 288.
Legnami, da pag. 305 a 321 e da n. 286 a 295.
Legnami da unirsi con connessioni composte: prezzo di 1mc, pag. 319 n. 294.
Legnami da unirsi con connessioni comuni: prezzo di 1mc, pag. 319 n. 294.
Legnami da unirsi con connessioni semplici: prezzo di 1mc, pag. 319 n. 294.
Listelli: prezzo di un centinaio, pag. 312 n. 291.

M

Malta bastarda: prezzo di 1dmc, pag. 291 n. 275.
Malta cementizia con cemento e sabbia: prezzo di 1dmc, pag. 291 n. 275.
Malta di cemento: prezzo di 1dmc, pag. 279 n. 265.
Malta di gesso: prezzo di 1dmc, pag. 286 n. 273.
Malta di terra grassa: prezzo di 1mc, pag. 258 n. 249.
Malta vagliata: prezzo di 1mc, pag. 289 n. 275.
Malte, da pag. 286 a 295 e da n. 274 a 277.
Malte cementizie: prezzo di 1mc, pag. 289 e 290 n. 275, pag. 293 n. 276.
Malte comuni: prezzo di 1mc, pag. 286 e 287 n. 275, pag. 292 n. 276.
Malte idrauliche: prezzo di 1mc, pag. 288 n. 275, pag. 295 n. 276.
Mastice comune: prezzo di 1Kg, pag. 335 n. 307.
Mastice da fontaniere: prezzo di 1Kg, pag. 336 n. 307.
Mastice da vetraio: prezzo di 1Kg, pag. 336 n. 307.
Mastice di Corbel: prezzo di 1Kg, pag. 336 n. 307.
Mastice per unioni metalliche: prezzo di 1Kg, pag. 336 n. 307.
Mastici, pag. 335, 336 e 337 n. 306 e 307.
Mastici bitumiuosi, pag. 301 e 302 n. 282, 283 e 284.
Mastici bitumiuosi al cantiere dei lavori: prezzo di 1 quintale, pag. 301 n. 383.
Mastici bitumiuosi preparati per essere messi in opera: prezzo di 1 quintale, pag. 302 n. 384.
Mattoni cotti alla fornace; prezzo di un migliaio, pag. 267 n. 254.
Mattoni crudi alla fornace: prezzo di un migliaio, pag. 266 n. 253.
Metalli, da pag. 321 a 327 e da n. 296 a 300.
Metalli al cantiere dei lavori: prezzo di 1Kg e di 1Kg, pag. 321 n. 297.

O

Olio cotto: prezzo di 1Kg, pag. 328 n. 302
Olio seccativo: prezzo di 1Kg, pag. 328 n. 302.
Ottone lavorato: prezzo di 1Kg, pag. 326 n. 299.
Ottone modellato: prezzo di 1Kg, pag. 325 n. 299.

P

Pali: prezzo di un centinaio, pag. 311 n. 292.
Palotti: prezzo di un centinaio, pag. 311 n. 292.
Piallamento dei legnami: prezzo di 1mq, pag. 320 n. 295.
Planelle alla fornace: prezzo di un migliaio, pag. 268 n. 254.
Pietra da taglio abbozzata per conci di qualsiasi specie: prezzo di 1mc, pag. 246 n. 240.
Pietra da taglio digrossata alla cava: prezzo di 1mc, pag. 244 n. 238.
Pietra greggia alla cava: prezzo di 1mc, pag. 258 n. 235.
Pietrame comune alla cava: prezzo di 1mc, pag. 242 n. 237.
Pietrame di sassi al sito in cui viene raccolto: prezzo di 1mc, pag. 243 n. 237.
Pietrame lavorato alla cava: prezzo di 1mc, pag. 243 n. 237.
Pietre, da pag. 237 a 257 e da n. 234 a 246.
Pietre al cantiere dei lavori: prezzo di . . . , pag. 252 n. 246.
Pozzolana fina: prezzo di 1mc, pag. 281 n. 267.
Pozzolana naturale al cantiere dei lavori: prezzo di 1mc e di 1Kg, pag. 280 n. 267.
Pozzolane, da pag. 280 a 283 e da n. 266 a 269.
Pulimento dei marmi: prezzo di 1mq, pag. 252 n. 245.

Digitized by Google

R

Rami: prezzo di 1me, pag. 314 n. 293.
Ritorte: prezzo di 100 fasci, pag 315 n. 293.

S

Sabbia di fiume al cantiere dei lavori: prezzo di 1me, pag. 260 n. 250.
Sabbia di torrente al cantiere dei lavori: prezzo di 1me, pag. 259 n. 250.
Sabbia fossile al cantiere dei lavori: prezzo di 1me, pag. 259 n. 250.
Sabbia lavata: prezzo di 1me, pag. 261 n. 250.
Segatura dei marmi: prezzo di 1^{mq}, pag. 251 n. 244.

T

Taglio abbozzato sulle pietre: prezzo di 1me, pag. 245 n. 239.
Taglio apparente sulle pietre: prezzo di 1^{mq}, pag. 246 n. 241.
Taglio incassato sulle pietre: prezzo di 1me, pag. 245 n. 239.
Taglio incavato nei marmi: prezzo di 1me, pag. 251 n. 243.
Taglio nascosto sulle pietre: prezzo di 1^{mq}, pag. 246 n. 241.
Taglio scantonato sulle pietre: prezzo di 1me, pag. 245 n. 239.
Taglio scantonato sul marmi: prezzo di 1me, pag. 251 n. 243.
Taglio sul posto nelle pietre: prezzo di 1^{mq}, pag. 246 n. 241.
Tegole alla fornace: prezzo di un migliaio, pag. 268 n. 254.
Terra grassa al cantiere dei lavori: prezzo di 1me, pag. 258 n. 248.
Terre, sabbie e ghiaie, da pag. 257 a 265 e da n. 247 a 251.
Tinte e vernici, da pag. 327 a 335 e da n. 301 a 305.
Tinte: prezzo di 1^{Cg}, pag. 334 n. 305.
Tubi di terra cotta: prezzo di 1 tubo, pag. 270 n. 256.

V

Vernice all'encaustico per tavolati: prezzo di 1^{Cg}, pag. 330 n. 303.
Vernice copaie: prezzo di 1^{Cg}, pag. 330 n. 303.
Vernice nera per ferramenti: prezzo di 1^{Cg}, pag. 330 n. 303.
Vernici e tinte, da pag. 327 a 335 e da n. 301 a 305.
Vernici all'alcoole: prezzo di 1^{Cg}, pag. 328 e 329 n. 303.
Vernici all'essenza: prezzo di 1^{Cg}, pag. 331 n. 303.
Vetri, pag. 337 e 338 n. 308 e 309.
Vetri al cantiere dei lavori: prezzo di una lastra e di una cassa, pag. 337 e 338 n. 309.

005789069

Digitized by Google

ERRATA-CORRIGE

Pagina	32	*linea*	6	*invece di*	volume	*leggasi*	volome
»	35	»	17	»	*g'*	»	*g*
»	46	»	14	»	straccio	»	staccio
»	*ivi*	»	26	»	leterizi	»	laterizi
»	49	»	17	»	leterizio	»	laterizio
»	51	»	28	»	screpolatore	»	screpolatore
»	54	»	13	»	esternamente	»	internamente
»	60	»	33	»	reffrattari	»	refrattari
»	70	»	36	»	fucco	»	fuoco
»	76	»	22	»	piano	»	pieno
»	77	»	33	»	elessoide	»	elissoide
»	78	»	21	»	inferiore è di	»	loferiore di
»	95	»	20	»	eguale	»	agevole
»	105	»	2	»	a	»	e
»	*ivi*	»	5	»	ed	»	ad
»	109	»	38	»	nella	»	della
»	113	»	4	»	di	»	con
»	121	»	5	»	*e*	»	*v*
»	125	»	*ivi*	»	ottl	»	otto
»	190	»	25	»	grossezza	»	larghezza
»	197	»	28	»	e da	»	ed a
»	201	»	23	»	sua	»	loro
»	202	»	5	»	Rendelet	»	Rondelet
»	228	»	8	»	dall'areometro	»	dell'areometro
»	241	»	10	»	140me	»	1400me
»	253	»	11	»	Prezzo di 1^{m}	»	Prezzo di 1^{m}.
»	*ivi*	»	25	»	portato	»	portat.
»	256	»	18	»	proveniente	»	provenienti
»	257	»	10	»	della materia	»	del materiale
»	277	»	6	»	0,20	»	....
»	281	»	24	»	1,05	»	1,00

Digitized by Google

L'ARTE

DI

FABBRICARE

OSSIA

CORSO COMPLETO D'ISTITUZIONI TEORICO-PRATICHE

SULLE COSTRUZIONI CIVILI, STRADALI ED IDRAULICHE

adorno di tavole illustrative

DELL'INGEGNERE

CURIONI GIOVANNI

(Estratto del Programma)

La moltiplicità degli argomenti da trattarsi in un corso completo sull'arte di fabbricare e la persuasione che a taluno importi di conoscere questa anzichè quell'altra parte, sono due precipue cause che consigliarono a pubblicare l'intiera opera in sei distinti volumi intitolati:

Operazioni topografiche;
Materiali da costruzione,
Lavori generali di architettura civile, stradale e idraulica,
Resistenza dei materiali,
Geometria pratica applicata all'arte del costruttore,
Costruzioni civili, stradali e idrauliche.

Osservando poi che si hanno già dei trattati sufficientemente completi di Topografia in cui si trovano esposte tutte le operazioni topografiche che possono occorrere ad un costruttore, si credette conveniente di lasciare per l'ultimo il volume delle *Operazioni topografiche*, d'incominciare la pubblicazione col volume che tratta dei *Materiali da costruzione* e di procedere quindi a pubblicare i diversi volumi nell'ordine sopra riferito.

Condizioni d'Associazione

Tutta l'opera consterà di circa 120 fogli di stampa di 16 pagine in-8° grande divisi in 6 volumi e di un numero di tavole presso a poco uguale a quello dei fogli.

La pubblicazione si farà a volumi intieri o a frazioni di volumi, secondo meglio lo comporterà il lavoro, e contemporaneamente al testo verranno distribuite le tavole relative.

Per gli associati al *Corso completo* il prezzo è fissato a 20 centesimi per ciascun foglio di stampa e per ciascuna tavola, da ritirarsi e pagarsi al domicilio dell'editore o chi per esso.

Tale prezzo viene portato a 25 centesimi per ciascun foglio di stampa e per ciascuna tavola per quelle persone che faranno acquisto dei volumi separatamente.

È sotto ai torchi il volume che tratta dei **Lavori generali di architettura civile, stradale ed idraulica**.

AVVISO IMPORTANTE

Le persone che si associeranno contemporaneamente alle due pubblicazioni annunciate nell'interno di questa copertina, cioè:

L'arte di fabbricare, ossia Corso completo d'istituzioni teoriche-pratiche sulle costruzioni civili, stradali ed idrauliche, ad uso di tavole illustrative, dell'Ingegnere CURIONI GIOVANNI,

Generazione della Terra, metodicamente esposta con nuovi principii di Geologia e corredata di 50 tavole, per CRISTOFORO MONTAGNA, Maggiore nell'Artiglieria italiana,

godranno in complesso una riduzione di prezzo, vale a dire, pagheranno solo venti centesimi per ciascun foglio di stampa e per ciascuna tavola tanto dell'una che dell'altra opera.

E pubblicata la terza edizione

CORSO DI TOPOGRAFIA

DELL'INGEGNERE

CURIONI GIOVANNI

Un volume in-8° grande con molte tavole — Prezzo L. 6